



CATÓLICA
UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA | PORTO
Escola Superior de Biotecnologia

INCORPORAÇÃO DE AROMAS NATURAIS EM MANTEIGA E CHANTILI

por

Susana Raquel Gomes Lameirinhas

Janeiro, 2017



CATÓLICA
UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA | PORTO
Escola Superior de Biotecnologia

INCORPORAÇÃO DE AROMAS NATURAIS EM MANTEIGA E CHANTILI

INCORPORATION OF NATURAL FLAVOURING AGENTS IN BUTTER AND WHIPPED CREAM

Tese apresentada à Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa para
obtenção do grau de Mestre em Biotecnologia e Inovação Alimentar

por

Susana Raquel Gomes Lameirinhas

Local: Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa

Orientação: Professor Doutor João Paulo Ferreira

Co-Orientação: Mestre Maria João Monteiro

Janeiro, 2017

Resumo

O consumo de laticínios em Portugal, embora ainda significativo, tem vindo a diminuir ligeiramente. Assim, a indústria é desafiada para o lançamento de novos produtos, capazes de satisfazer as exigências do consumidor. O presente trabalho teve como principal objetivo o desenvolvimento de produtos inovadores no mercado nacional, através da incorporação de aromas naturais em manteiga e chantili.

Inicialmente, foi estudado o processo mais adequado de incorporação de aromas nestas matrizes, tendo em vista não induzir alterações nas suas estruturas e, conseqüentemente, na sua textura. Posteriormente, foram estudados os teores de aromas a incorporar. Realizaram-se provas de análise sensorial, com o objetivo de conhecer a apreciação hedónica dos consumidores sobre a aceitação global de manteiga e chantili aromatizados, bem como a sua opinião sobre preços e unidades de venda, entre outros. A prova de análise sensorial de manteiga contou com 68 consumidores habituais e foram utilizados aromas de caramelo, noz, cereja e canela. A prova de chantili contou com 70 consumidores habituais e foram utilizados aromas de baunilha, café, morango e limão. Para a manteiga, todas as amostras apresentaram uma aceitação positiva, verificando-se que não existiram diferenças significativas na aceitação de diferentes aromas. A amostra de chantili com aroma de café foi a que obteve melhor classificação hedónica, enquanto a amostra com aroma de morango foi a que obteve pior classificação, evidenciando esta uma classificação global negativa.

Para induzir sobre eventuais alterações na estrutura e propriedades físicas da manteiga e do chantili aromatizados, foram realizados testes reológicos oscilatórios de pequena amplitude. Para cada um dos produtos, testou-se a matriz não aromatizada, uma amostra com aroma em base de propilenoglicol e uma outra com um aroma em base aquosa. Efetuaram-se varrimentos de frequência e varrimentos de temperatura. As amostras de manteiga e as de chantili aromatizado apresentaram comportamentos semelhantes às correspondentes matrizes simples, como mostrou uma análise de confiabilidade dos dados. Registe-se que a dispersão nas amostras de chantili foi superior à verificada na manteiga.

Este trabalho demonstrou que a incorporação de aromas líquidos nestas matrizes não influencia os seus comportamentos reológicos e que os produtos desenvolvidos constituem uma eventual oportunidade comercial.

Abstract

Consumption of dairy products in Portugal, although still significant, has been declining slightly. Thus, the industry is challenged to launch new products, able to meet the demands of the consumer. The main objective of this work was the development of innovative products through the incorporation of natural flavouring agents in butter and whipped cream.

Initially, the most appropriate process for incorporation of those flavours in the matrices were studied, in order to avoid changes in their structures and, consequently, in their textures. Subsequently, the appropriate levels of incorporation were studied. Sensory analysis tests were conducted with the objective of knowing the hedonic appreciation of consumers on the global acceptance of flavoured butter and whipped cream, as well as their opinion on prices and sale sizes units, among others. The sensorial analysis of butter enrolled 68 regular consumers and the flavours caramel, walnut, cherry and cinnamon were used. The whipped cream had 70 regular consumers and vanilla, coffee, strawberry and lemon aromas were used. All the samples of flavoured butter presented a positive acceptance, with no significant differences in the acceptance among different flavours. The sample of whipped cream with coffee flavour was the one with higher hedonic classification, while the sample with strawberry flavour was the one with lowest classification, evidencing this one a negative global classification.

To evaluate possible changes in the structure and physical properties of flavoured butter and whipped cream, small oscillatory rheological tests were performed. For each of the products, the base matrix, one flavoured sample which flavour carrier was propylene glycol and another one with an aqueous based carrier were tested. Frequency sweeps and temperature sweeps were performed. The flavoured samples of both butter and whipped cream presented similar behaviors to the corresponding unflavored matrices, as shown by a reliability analysis of the data. It should be noted that the data dispersion in the samples of whipped cream was higher than that verified with butter.

This work demonstrated that the incorporation of liquid flavoures in these dairy matrices does not influence their rheological behavior and that the products developed constitute a commercial opportunity.

Agradecimentos

Ao Professor Doutor João Paulo Ferreira, pela oportunidade que me proporcionou de desenvolver este projeto, pela constante partilha de conhecimento e disponibilidade e pela simpatia e amabilidade com que sempre me recebeu.

À Professora Maria João Monteiro, pelo apoio dado durante a realização desta dissertação, pela paciência com que sempre me esclareceu, pelos conhecimentos transmitidos e pela simpatia que sempre demonstrou.

À Leitaria da Quinta do Paço, por ter disponibilizando os lacticínios necessários.

À Metarom, e muito em particular ao seu representante em Portugal, Engº Renato Vaz, pelo fornecimento dos aromas, imprescindíveis ao desenvolvimento deste projeto, e pelos esclarecimentos técnicos.

Ao Sérgio Sousa, pela transmissão de conhecimento, inigualável disponibilidade e boa disposição com que sempre me recebeu. O seu apoio desinteressado é um exemplo raro de companheirismo académico.

À técnica Marta Guimarães, por me ter proporcionado um excelente apoio no trabalho no KitchenLab, pelos conselhos técnicos e pelo sorriso constante.

À Professora Teresa Brandão, pelo aconselhamento e ajuda na parte de tratamento estatístico de dados.

Aos meus pais e irmã, sem os quais a realização desta dissertação não seria possível, pelo amor, pelo apoio constante, pela paciência e por nunca duvidarem do meu sucesso.

À Sara e à Leonor, as minhas melhores amigas, que por vezes mesmo longe me acompanharam ao longo de todo este projeto, sempre com os melhores conselhos, carinho e amizade.

À Vitória e Maria Inês, que diariamente me acompanharam, pela partilha de conhecimento, pela amizade e pelas gargalhadas.

Ao Gonçalo, por ter estado ao meu lado incondicionalmente, pela compressão e paciência e pelo carinho e positivismo que sempre me transmitiu.

Índice

Resumo	iii
Abstract.....	v
Agradecimentos.....	vii
Lista de figuras	xi
Lista de tabelas	xiii
1. Introdução	1
1.1 O Leite	2
1.2 A Manteiga.....	3
1.3 O Chantili.....	7
1.4 Laticínios e as suas propriedades nutricionais	8
1.5 Aroma, <i>flavour</i> e produtos aromatizantes	9
1.6 Análise Sensorial.....	11
1.7 Reologia	13
1.7.1 Testes reológicos	19
1.7.2 Manteiga e as suas propriedades reológicas.....	20
1.7.3 Chantili e as suas propriedades reológicas.....	21
2. Material e métodos	25
2.1 Métodos	25
2.1.1 Procedimento de incorporação de aromas em manteiga	25
2.1.2 Procedimento de incorporação de aromas em chantili	26
2.1.3 Análise sensorial de manteiga.....	27
2.1.4 Análise sensorial de chantili	27
2.1.5 Reologia da manteiga	28
2.1.5.1 Varrimento de frequência.....	28
2.1.5.2 Rampa de temperatura	29
2.1.6 Reologia de chantili.....	29
2.1.6.1 Varrimento de frequência.....	29
2.1.6.2 Rampa de temperatura	29
2.1.7 Solubilidade dos aromas	29
2.1.8 Análise estatística	30
3. Resultados e Discussão.....	33
3.1 Prova de análise sensorial de manteiga	33
3.1.1 Características Sociodemográficos	33

3.1.2	Características de consumidor	35
3.3.3	Avaliação Sensorial	38
3.2	Prova de análise sensorial de chantili	41
3.2.1	Características Sociodemográficas.....	41
3.2.2	Características de consumidor	43
3.2.3	Avaliação Sensorial.....	47
3.3	Reologia da manteiga	49
3.3.1	Varrimento de frequência	49
3.3.2	Varrimento de temperatura	51
3.4	Reologia do chantili.....	53
3.4.1	Varrimento de frequência	53
3.4.2	Varrimento de temperatura	55
3.5	Distribuição dos aromas pelas fases aquosa e gordura.....	58
4.	Conclusão.....	59
5.	Anexos	61
6.	Bibliografia	71

Lista de figuras

Figura 1.1 – Modelos reológicos de materiais (Steffe, 1996).....	16
Figura 1.2 - Modelo reológico de Maxwell (Santos, 2008).....	18
Figura 1.3 - Modelo reológico de Kelvin (Santos, 2008).....	18
Figura 1.4 - Modelo reológico de Burgers (Santos, 2008).....	19
Figura 3.1 - Frequência de género dos consumidores.....	34
Figura 3.2 - Frequência de faixa etária dos consumidores.....	34
Figura 3.3 - Frequência de habilitações literárias dos consumidores.....	35
Figura 3.4 - Consumo de manteiga.....	35
Figura 3.5 - Frequência de consumo de manteiga.....	36
Figura 3.6 - Forma de consumo de manteiga.....	36
Figura 3.7 - Frequência do tamanho de embalagem preferido para a comercialização de manteigas aromatizadas.....	37
Figura 3.8 - Frequência dos possíveis pontos de venda para a comercialização de manteigas aromatizadas.....	37
Figura 3.9 - Preço relativo de manteigas aromatizadas sugerido pelos consumidores.....	38
Figura 3.10 - Avaliação hedónica média de cada tipo de manteiga aromatizada e respetivo desvio-padrão. Médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes.....	39
Figura 3.11 - Classificação da intensidade do aroma em “Too Weak”, “Just-About-Right” e “Too Strong”, em percentagem de consumidores.....	40
Figura 3.12 - Penalização da intensidade de cada aroma.....	41
Figura 3.13 – Frequência de género de consumidores.....	42
Figura 3.14 – Frequência faixa etária de consumidores.....	42
Figura 3.15 – Frequência de habilitações literárias dos consumidores.....	43
Figura 3.16 – Frequência de consumo de chantili.....	43
Figura 3.17 – Consumo de chantili.....	44
Figura 3.18 – Forma de consumo de chantili.....	44
Figura 3.19 – Frequência quanto à preferência na forma de compra de chantili.....	45
Figura 3.20 – Frequência do tamanho de embalagem preferido para a comercialização de chantili aromatizado.....	45

Figura 3.21 – Frequência absoluta dos possíveis pontos de venda para a comercialização de chantili aromatizado.....	46
Figura 3.22 – Preço relativo de chantili aromatizado sugerido pelos consumidores.....	46
Figura 3.23 – Avaliação hedônica média atribuída a cada um dos tipos de chantili aromatizado e respectivo desvio padrão. Médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes.....	47
Figura 3.24 – Classificação da intensidade do aroma em “Too Weak”, “Just-about-Right” e “Too Strong”, em percentagem de consumidor.....	48
Figura 3.25 – Penalização da intensidade de cada aroma.....	48
Figura 3.26 – Módulo elástico (G') da manteiga em varrimento de frequência entre 10 e 100 Hz, com linhas de tendência e desvios padrão.....	49
Figura 3.27 – Módulo Viscoso (G'') da manteiga durante um varrimento de frequência entre 10-100 Hz com linha de tendência e desvio padrão.....	51
Figura 3.28 – Módulo elástico (G') da manteiga durante um varrimento de temperatura de 7 a 45 °C e desvio padrão.....	52
Figura 3.29 – Módulo Viscoso (G'') da manteiga durante um varrimento de temperatura de 7 a 45 °C e desvio padrão.....	53
Figura 3.30 - Módulo elástico (G') do chantili durante um varrimento de frequência entre 0,01 e 10 Hz com linha de tendência e desvio padrão.....	54
Figura 3.31 - Módulo viscoso (G'') do chantili durante um varrimento de frequência entre 0,01 e 10 Hz com linha de tendência e desvio padrão.....	55
Figura 3.32 – Módulo elástico (G') dos chantilis durante um varrimento de temperatura de 9 a 45 °C e desvios padrão.....	56
Figura 3.33 - Módulo viscoso (G'') dos chantilis durante uma rampa de temperatura de 9 a 45 °C e desvios padrão.....	57
Figura 3.34 – Amostras de manteiga após derretimento destas a 30 °C.....	58

Lista de tabelas

Tabela 1.1 – Composição do leite de diferentes espécies de mamíferos por 100 g de leite (Goff, 2016).....	3
Tabela 2.1 - Aromas testados durante o procedimento experimental.....	26

1. Introdução

Nas últimas décadas, tem-se verificado uma crescente tendência pela adoção de estilos de vida saudáveis com comprovado impacto na saúde a longo prazo. Com o desenvolvimento técnico e científico, associado ao fácil acesso de informação, é cada vez maior o número de indivíduos sensíveis a estas questões, incorrendo na prática de desporto intensivo e diário, na adoção de dietas equilibradas e outros rituais que, além dos benefícios em saúde, proporcionam também momentos de prazer e bem-estar.

Além disto, segundo a Organização das Nações Unidas, estima-se que, em 2050, a população mundial seja cerca de 9,6 mil milhões. Isto traduz-se num aumento de cerca de 70 % na produção alimentar, sem recursos naturais suficientes para o concretizar. Por outro lado, a estagnação económica atual que se sente em toda a Europa, estimula a que produtores e comerciantes melhorem cada vez mais os seus produtos e a eficiência de toda a cadeia.

Está assim criado o desafio para a indústria alimentar: desenvolver produtos sustentáveis e inovadores, de forma a assegurar a manutenção dos recursos atuais, ao mesmo tempo que desenvolve técnicas que permitam a formulação de novos produtos, que satisfaçam as necessidades e gostos dos atuais consumidores.

A indústria alimentar tem vindo a lançar no mercado produtos que vão de encontro às exigências dos consumidores, desde produtos com baixo teor em gorduras e açúcares, passando por géneros alimentícios ricos em proteínas, produtos com baixa absorção de gorduras, entre outros. A indústria de lacticínios é um bom exemplo, que tem vindo a apresentar formulações e formas de acondicionamento novas.

Em Portugal, a crise no setor dos lacticínios é do conhecimento geral e deve-se, entre outros fatores, à ligeira quebra na procura, nomeadamente quebra no consumo de leite e alguns derivados. A crescente popularidade de bebidas vegetais poderá justificar parcialmente este facto. A Associação Portuguesa de Empresas de Distribuição divulgou dados que evidenciam uma quebra no consumo de lacticínios de 6,7 % entre 2011 e 2014, e uma quebra de 33 % na importação de leite entre 2011 e 2014 (Agronegócios, 2016). Tendo em conta estes valores, a indústria dos lacticínios vê-se pressionada no que toca ao desenvolvimento de novos produtos que possibilitem a inversão destes dados. Apesar destas quebras, os lacticínios continuam a fazer parte da alimentação diária dos portugueses, nomeadamente ao pequeno-almoço, pelo que eles são produtos de eleição

para a inovação alimentar, levada a cabo pela comunidade científica, produtores e distribuidores.

De acordo com o Manual da Oslo da OCDE, a inovação é caracterizada *como a implementação de um produto, bem ou serviço novo ou significativamente melhorado* (OCDE, 1997).

A inovação alimentar é atingida através de uma investigação ampla, com aplicação das ciências naturais, de engenharia, do marketing e consumidor (Winger and Wall, 2006). Um produto inovador pode dizer respeito a uma nova tecnologia, variação de produto, nova embalagem, ou nova forma de entrega ou utilização.

Considerada a chave do motor do crescimento económico, a inovação permite o desenvolvimento de alimentos cada vez mais seguros, sustentáveis e com propriedades nutricionais mais favoráveis, podendo intervir beneficemente em doenças como a desnutrição ou o seu oposto, isto é, doenças de consumos excessivos de determinados nutrientes. O desenvolvimento de novos produtos leva em conta a opinião e as expectativas dos consumidores, permitindo a identificação de características diferenciadoras de produtos similares, possibilitando a sua projeção de posicionamento de mercado (Lindon *et al*, 2004).

O tema deste projeto consistiu no desenvolvimento de laticínios inovadores através da incorporação de aromas. A manteiga e o chantili foram as matrizes escolhidas. Tal permitiu a aplicação dos conhecimentos de ciência alimentar e inovação adquiridos ao longo do Mestrado em Biotecnologia e Inovação Alimentar.

1.1 O Leite

É conhecido especial interesse do leite e seus derivados, que são consumidos desde há milhares de anos. A evolução tecnológica permitiu não só otimizar a produção e a distribuição de leite, como também o desenvolvimento de novos produtos a partir deste. Os lácteos apresentam um consumo especialmente elevado na Europa e na América, ao contrário do que acontece na Ásia. Relativamente a Portugal, segundo dados do Instituto Nacional de Estatística, em 2014 verificou-se um consumo *per capita* de 78,5 kg de leite. Este pode apresentar uma grande variabilidade no que respeita à composição e ao próprio sabor, sendo influenciado por vários fatores, como a espécie e raça do animal, a sua alimentação, variação sazonal, fase de lactação, fase de remoção do leite, e ainda pela própria manipulação do leite. De entre as diversas espécies de leite, considera-se que o

de vaca seja o mais completo e equilibrado e, como tal, é o mais consumido (Ronholt *et al*, 2013; Vieira de Sá e Barbosa, 1990; Goff, 2015).

Tabela 1.1 – Composição do leite de diferentes espécies de mamíferos por 100 g de leite (Goff, 2015).

	<i>Proteínas</i> (g)	<i>Gordura</i> (g)	<i>Hidratos de carbono</i> (g)	<i>Energia</i> (kcal)
<i>Vaca</i>	3,2	3,7	4,6	66
<i>Humano</i>	1,1	4,2	7,0	72
<i>Búfalo</i>	4,1	9,0	4,8	118
<i>Marinho</i>				
<i>Cabra</i>	2,9	3,8	4,7	67
<i>Asno</i>	1,9	0,6	6,1	38
<i>Elefante</i>	4,0	5,0	5,3	85
<i>Macaco</i>	1,6	4,0	7,0	73
<i>Rato</i>	9,0	13,1	3,0	171
<i>Baleia</i>	10,9	42,3	1,3	443
<i>Foca</i>	10,2	49,4	0,1	502

O leite constitui uma emulsão de glóbulos de gordura e uma suspensão de micelas de caseínas, suspensas num soro formado por água, lactose, proteínas (do soro), vitaminas e minerais. No que respeita à gordura do leite de vaca, esta é composta principalmente por triglicéridos e em menor quantidade por mono e diglicéridos, fosfolípidos, glicolípidos e lipoproteínas. No que concerne aos primeiros, estes compõem cerca de 98 % da gordura do leite, sendo que 40 % deles são compostos por ácidos gordos insaturados (Bobe *et al*, 2007; Vieira de Sá e Barbosa, 1990).

1.2 A Manteiga

A manteiga tem características sensoriais e nutricionais particulares, verificando-se por isso um esforço contínuo por parte das empresas produtoras no seu melhoramento (Ronholt *et al*, 2013; Vieira de Sá e Barbosa 1990; Can *et al*, 2008).

Segundo o Instituto Nacional de Estatística, Portugal evidenciou em 2014 um consumo *per capita* de 1,8 kg de manteiga, verificando-se um pequeno crescimento face ao ano

anterior, onde o consumo foi de 1,7 kg. Apesar disso, o consumo individual em 2014 foi 17 % abaixo da média da União Europeia, segundo dados publicados pelo Eurostat.

A produção de manteiga inicia-se com a centrifugação do leite, separando-o em nata e leite magro. A nata é rica em matéria gorda, que se encontra dispersa sob a forma de glóbulos. Quanto maior o seu tamanho, mais instável se torna a emulsão. A produção da manteiga decorre de uma inversão de fases da emulsão matéria gorda/água das natas em água/matéria gorda na manteiga. Isto significa que, no leite e nas natas, os glóbulos de gordura estão suspensos na fase aquosa, ao contrário do que acontece na manteiga. Apesar de a produção industrial de manteiga nos países ocidentais ser feita primordialmente a partir de leite de vaca, ela pode também ser produzida a partir do leite de outros mamíferos, como de cabra, ovelha e búfala (Ronholt *et al*, 2013; Vieira de Sá e Barbosa, 1990; Can *et al*, 2008).

Considera-se que são necessários 20 litros de leite para a produção de 1 kg de manteiga. Segundo vários autores e de acordo com legislação em vigor (Portaria 20774, de 25 de Agosto de 1964 e o Regulamento (CE) Nº 1234/2007 do Conselho de 22 de Outubro de 2007), a composição de manteiga deverá ser 80-82 % de gordura, 16-17 % de água e 1-2 % de outros compostos do leite, como proteínas, sais – em particular cálcio e fósforo, que compõem uma percentagem de 1,2 % -, e vitaminas A, D e E (Ronholt *et al*, 2013; Vieira de Sá e Barbosa, 1990; Goff, 2015).

Relativamente à sua estrutura, a manteiga apresenta uma emulsão de água em óleo, onde a fase contínua da manteiga, constituída por gordura sólida e líquida, envolve não só gotas de água, mas também pequeníssimas bolhas de ar e glóbulos de gordura intactos. Como referido, parte da gordura está solidificada às temperaturas usuais de refrigeração. Cristais ordenados de gordura do leite crescem durante o processo de arrefecimento que ocorre durante o seu fabrico. A distribuição e tamanho das gotas de água incorporada na manteiga é importante para a sua estabilidade microbiológica, mas também química e física, assim como para as propriedades organoléticas. A percentagem de gordura sólida presente na fase contínua pode variar entre 50 % e quase 100 % e tem uma influência direta sobre o comportamento da manteiga. Assim, a proporção ideal situa-se entre estes dois valores e é atingida através da manipulação do processo de arrefecimento. Como já referido, a gordura do leite é composta principalmente por triglicéridos, sendo que os ácidos gordos livres desempenham um importante papel no que respeita ao sabor da manteiga. Apesar de os ácidos gordos de cadeia longa serem os preponderantes, são os

de cadeia curta que contribuem mais intensamente para as características sensoriais da manteiga (Ronholt *et al*, 2013; Vieira de Sá e Barbosa, 1990; Goff, 2015).

Descreve-se seguidamente com mais algum detalhe o processo industrial de produção de manteiga, que comporta várias etapas: desnatação do leite, pasteurização das natas, maturação, batida, lavagem, adição de sal, malaxagem e embalagem. Este constitui o chamado processo tradicional (Ronholt *et al*, 2013; Vieira de Sá e Barbosa, 1990; Goff, 2015).

Relativamente às várias etapas:

- Desnatação do leite – A desnatação do leite é feita através de uma centrífuga, que permite que duas fases emulsionadas e de densidades diferentes sejam separadas quando sujeitas a um campo centrífugo. O objetivo desta etapa é obter dois produtos, leite magro e nata, sendo esta última utilizada para a produção de manteiga (etapas seguintes). Esta nata deve ter um pH superior a 6,6 e não deve apresentar ranço ou oxidação e deve estar livre de aromas estranhos. Além disso, e de acordo com o produto final que se pretende obter, é possível regular a percentagem de gordura nas natas. O mais habitual é que esta apresente 30-35 % de gordura. No entanto, considera-se a concentração ideal 20-25 %, pois esta gama permite uma boa maturação e fermentação.
- Pasteurização das natas – Aquecimento entre 82 e 88 °C durante 30 minutos, ou a 90 °C durante 2-3 minutos, com posterior arrefecimento. O objetivo desta etapa é que sejam destruídos não só os microrganismos que possam afetar a qualidade e a conservação da manteiga, mas também as enzimas presentes, capazes de provocar reações indesejáveis, como oxidação. Ao mesmo tempo, a pasteurização permite também o arejamento das natas, removendo compostos voláteis indesejáveis, que afetam o aroma da manteiga. Durante o arrefecimento, formam-se os cristais de gordura. Se este arrefecimento for rápido, os cristais serão mais pequenos e estarão presentes em maior número; se se tratar de um arrefecimento lento, os cristais serão maiores e em menor quantidade. Desta forma, de acordo com o processo utilizado, a estrutura da gordura será diferente.
- Maturação – Não sendo uma etapa obrigatória, a maturação consiste na incorporação de fermentos lácteos que permitem o desenvolvimento de características sensoriais particulares, bem como uma maior proteção contra a proliferação de germes; permite ainda uma batida mais fácil, pois a acidez

desenvolvida facilita a inversão das fases. A quantidade de fermentos lácteos a adicionar depende da sua natureza, da temperatura das natas, do tempo de maturação e da percentagem de gordura das natas.

- Batedura – Batimento contínuo das natas, permitindo a junção da matéria gorda, formando aglomerados de tamanhos progressivamente maiores. Este processo realiza-se numa batedeira, isto é, um recipiente onde a nata é colocada e revolvida, sendo que a quantidade de nata colocada deve ser apenas um terço da sua capacidade. Neste processo, a temperatura assume especial importância e deve manter-se entre 9 °C e 15 °C. Esta operação, por regra, demora entre 30 a 40 minutos, sendo dada por finalizada após a formação de grânulos de gordura que flutuam à superfície do leiteiro (líquido restante), que é posteriormente drenado.
- Lavagem – Esta é uma etapa não obrigatória, com o objetivo de remover resíduos existentes, nomeadamente restos de leiteiro, proporcionando uma melhor conservação da manteiga. A lavagem deve ser feita com água de boa qualidade e a temperaturas ajustadas, de forma a não induzir posterior deterioração.
- Adição de sal – Etapa opcional, dependendo do produto final pretendido (manteiga “doce” ou sem sal, ou salgada).
- Malaxagem – Homogeneização do produto, permitindo a distribuição adequada da fase aquosa na matriz de gordura, sendo assim nesta etapa que se atinge a estrutura e textura adequadas. A duração desta etapa é cerca de 10 minutos, podendo ser condicionada pela temperatura da manteiga.
- Embalamento – A manteiga é embalada em cuvetes de plástico, papel vegetal, ou em folha de alumínio. Do lado exterior, a embalagem deve indicar a informação legalmente exigida sobre o produto.
- Armazenamento – Neste período, em que o produto repousa a temperatura de refrigeração adequada, acentua-se a cristalização de gordura e ocorrem rearranjos estruturais, tornando a manteiga mais firme (Ronholt *et al*, 2013; Vieira de Sá e Barbosa, 1990; Can *et al*, 2008; Krause *et al*, 2008, Goff, 2015).

Estas etapas são comuns nos diferentes processos industriais, mas podem diferir em pequenos aspetos, de acordo com o produto final pretendido. O conhecimento e compreensão da estrutura da manteiga e das suas etapas de produção são de extrema importância para que se relacione com o sabor, a funcionalidade e as suas características reológicas. Apesar das referidas diferenças, o objetivo final é comum a todos os

processos: a obtenção de um produto de cor uniforme, com um agradável sabor e uma consistência algo suave, para que seja fácil barrar e tenha boa impressão táctil (Ronholt *et al*, 2013).

Em Portugal, no que respeita a manteigas aromatizadas comercializadas em mercado alargado, verifica-se apenas a existência de uma variedade, a manteiga Mimosa com salsa e alho (como veremos, o tipo de aromatização deste produto é distinto da utilizada neste trabalho).

1.3 O Chantili

O processo de preparação de chantili tradicional é muito semelhante ao de manteiga, sendo também obtido através do batimento de natas, mas neste caso apenas durante alguns minutos (Potter, 2010).

A estrutura do chantili baseia-se numa emulsão de bolhas de ar suspensas numa fase aquosa e mantida estável por gordura. O teor de gordura de chantili tradicional situa-se num intervalo de 30-35 %. O batimento da natas leva ao rebentamento das películas externas dos glóbulos de gordura, fazendo com que as partes hidrofóbicas das moléculas de gordura fiquem expostas. Isto acontece devido à ação de corte do batedor e pelo desequilíbrio de forças nas paredes dos glóbulos. Moléculas de gordura expostas associam-se e formam aglomerados cada vez maiores, que se orientam em torno de bolhas de ar (Goff, 2015; McGee, 2004). Deverá obter-se, assim, um produto estável, com cerca do dobro do volume da nata original. Assim, a estrutura do chantili deve-se essencialmente à existência de uma quantidade suficiente de glóbulos de gordura, que permite a ligação entre a fase líquida e bolhas de ar. Pode dizer-se que a estrutura do chantili é estabilizada pela rede de glóbulos de gordura. Esta rede impede ainda que o fluido tenha movimentos de convecção e desta forma obtém-se uma espuma com uma estrutura definida. Se este processo de batadura continuar após se ter obtido a espuma no seu ponto de maior estabilidade, a estrutura será destabilizada, pois o processo de aglomeração de gordura irá continuar, até se formarem aglomerados cada vez maiores, dando origem a manteiga (McGee, 2004).

À semelhança do que acontece na manteiga, a temperatura das natas durante a batadura também assume especial importância. Recomenda-se que as natas sejam mantidas previamente no frigorífico durante um período de 12 horas. Isto porque a temperaturas ambiente ou superiores, a gordura será primordialmente líquida e entra em colapso com

as bolhas de ar, perdendo-se a estrutura anteriormente descrita. Assim, as natas deverão estar no intervalo 5-10 °C quando se inicia a batidura (McGee, 2004).

O chantili destina-se essencialmente à elaboração de sobremesas domésticas, ou, na rede comercial, à incorporação em produtos de pastelaria, adição em bebidas com café, gelados e crepes, entre outros. Refira-se que a empresa Parmalat tem no mercado uma linha de natas aromatizadas, a maioria destinadas à confeção de pratos salgados, por exemplo, natas com caril e 3 pimentas. Apresentam apenas uma nata com um aromatizado “doce”, neste caso a baunilha.

1.4 Lacticínios e as suas propriedades nutricionais

O leite (e seus derivados) tem uma percentagem considerável de gorduras. Cerca de 50 % da energia fornecida pelo leite deve-se ao seu teor de gordura e este depende de fatores como a raça e o tipo de alimentação dos animais (Mahan e Escott-Stump, 2010). O leite tem ácidos gordos saturados, monoinsaturados e polinsaturados, com alguns *trans* entre os insaturados. Os primeiros encontram-se em maior quantidade, constituindo cerca de 60-70 % da totalidade de ácidos gordos (Markiewicz-Kęszycka *et al*, 2013). Os ácidos gordos saturados são encontrados também em abundância noutros produtos alimentares, como carnes ou óleo de coco, entre outros. A principal preocupação com estes prende-se com o presumível facto de aumentarem as lipoproteínas de baixa densidade (LDL), vulgarmente apelidado de “mau colesterol”, que estão associadas ao risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Os ácidos gordos monoinsaturados são encontradas em grande quantidade em alimentos como azeite, óleo de canola, abacate, entre outros, e induzem a diminuição de colesterol total e de LDL. Quanto aos polinsaturados, os ácidos gordos ómega 3 e 6 são muito conhecidos por se tratarem de ácidos gordos essenciais, encontrados em algumas carnes e peixes. Quando consumidos, os ácidos gordos polinsaturados levam ao aumento de lipoproteínas de elevada densidade (HDL), comumente conhecido como o “bom colesterol”. Os ómeegas 3 e 6 estão associados à prevenção de doenças cardiovasculares e melhoria de funções cognitivas e de patologias como artrite reumatoide (Lottenberg, 2009; Mahan e Escott-Stump, 2010). Desta forma, ao longo dos anos, várias entidades de saúde têm vindo a apelar à diminuição do consumo de alimentos ricos em gorduras saturadas, como os lacticínios, devendo dar preferência a alimentos ricos em gorduras mono e polinsaturadas. No entanto, alguns estudos recentes não corroboram estas afirmações, ou seja, não confirmaram a associação

direta do consumo de gorduras saturadas com a prevalência de doenças coronárias e acidentes vasculares cerebrais, por exemplo (Siri-Tarino *et al*, 2010). Hoenselaar (2012) comparou resultados de três relatórios de comités Europeus e Americanos com pesquisas científicas anteriormente realizadas e concluiu que não existia concordância entre estes. Por outro lado, leite e derivados, como a manteiga, são fontes de vitaminas A, E, D e K2. A deficiência desta última está associada ao risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, entre outras. Além disso, o butirato (ácido gordo) é encontrado em quantidades consideráveis na manteiga, sendo benéfico por apresentar propriedades anti-inflamatórias. Por último, uma revisão recente concluiu a existência de uma relação entre a ingestão de manteiga e a diminuição do risco de desenvolvimento de obesidade (Gunnars, 2012).

Assim, tendo em conta as propriedades nutricionais da manteiga e as inconsistências encontradas nos estudos médicos, pode afirmar-se que o consumo moderado de manteiga, associado a um estilo de vida saudável, não apresenta riscos para os indivíduos.

1.5 Aroma, *flavour* e produtos aromatizantes

A utilização de produtos aromatizantes pode ter mais-valias em produtos alimentares, nomeadamente através da alteração do seu *flavour* e aroma. Estes aromas (aditivos, não intrínsecos ao produto) são definidos como substâncias que atribuem um determinado *flavour* a uma matriz, alterando o seu cheiro e/ou sabor (Fisher e Scott, 1997; Piggott, 2000; Prescott, 1999). Eles podem ser naturais ou sintéticos. Por sua vez, o *flavour* é classificado como o conjunto de componentes voláteis e não voláteis detetados durante a degustação de determinado produto. As substâncias voláteis são detetadas pelo nariz e dizem respeito ao aroma, enquanto as substâncias não voláteis são detetadas na língua e dizem respeito ao gosto do produto. O *flavour* também inclui características texturais dos alimentos percebidas no momento de prova. Em alguns casos, o *flavour* pode ser alterado modificando o seu aroma, mas mantendo o sabor (Fisher e Scott, 1997; Spence *et al*, 2015).

De acordo com o Regulamento 1334/2008 da União Europeia, existem vários tipos de substâncias aromatizantes:

- ✓ Substância aromatizante – Substância química que possui propriedades aromatizantes.

- ✓ Substância aromatizante natural - Substâncias aromatizantes que são obtidas na natureza.
- ✓ Preparação aromatizante - Produzidos através de manipulação química e laboratorial de géneros alimentícios ou de outros materiais de origem vegetal. Não são substâncias aromatizantes.
- ✓ Aroma obtido por tratamento térmico – Substância obtida através do aquecimento de uma mistura, que pode ser alimentícia ou não.
- ✓ Aroma de fumo – Produto obtido através do fracionamento e purificação de um fumo condensado.
- ✓ Precursor de aroma – Substância que pode não possuir substâncias aromatizantes. No entanto, a sua reação com outros alimentos leva à produção de um aroma.
- ✓ Outro aroma – Substância adicionada aos alimentos para lhes fornecer um sabor ou cheiro pretendido, mas que não se enquadra nos aromas anteriormente descritos.

Enquanto este regulamento da União Europeia classifica todo o tipo de materiais que possa ser utilizado com a finalidade de acrescentar um aroma a outros produtos, é mais comum a utilização da classificação referente à origem das substâncias aromatizantes/aroma.

Quanto à sua origem os aromas podem ser classificados como aromas naturais, aromas semelhantes aos naturais e aromas artificiais:

- ✓ Aromas naturais – Constituídos por substâncias aromatizantes obtidas a partir de plantas ou matérias-primas de origem animal, por processos físicos, microbiológicos ou enzimáticos.
- ✓ Aromas semelhantes aos naturais - Substâncias aromatizantes que são obtidas por síntese ou isolamento envolvendo processos químicos, que apresentam características químicas e organoléticas semelhantes a compostos naturais.
- ✓ Aromas artificiais - Substâncias aromatizantes não encontradas em fontes naturais. Estes são produzidos através de manipulação química e laboratorial. Embora sejam quimicamente diferentes, as características sensoriais são semelhantes aos naturais (Food Ingredients Brasil, 2015).

Muitos dos aromas alimentares comerciais encontram-se em bases aquosas ou alcoólicas (etanol) diluídas, ou em base de propilenoglicol. Este é um álcool obtido a partir da

hidratação de óxido de propileno e apresenta múltiplas funções no mundo da indústria (solvente para aromas e também para perfumes, agente umectante, entre outros). Sendo um produto muito versátil, a sua principal utilização é como solvente de produtos de baixa solubilidade em água. Apresenta uma grande capacidade de solubilização noutros meios, é inócuo até quantidades ingeridas muito elevadas, sendo por isso utilizado com frequência na extração e como veículo de aromas alimentares (INCHEM, 2005).

Assim, no desenvolvimento de um produto alimentar aromatizado é necessário levar em conta todas as características e propriedades da matriz, bem como do aroma.

1.6 Análise Sensorial

A análise sensorial é uma ciência que permite analisar e interpretar, através de um conjunto de ferramentas, as características dos alimentos quando percebidas através dos sentidos. Assim, os indivíduos são considerados os instrumentos, enquanto os órgãos dos sentidos são as ferramentas da análise sensorial. O principal objetivo da indústria alimentar é a comercialização dos seus produtos, satisfazendo o maior número de consumidores possível. Desta forma, é muito importante saber as respostas destes para guiar o desenvolvimento de novos produtos ou reformular já existentes. Além de avaliar o grau de satisfação dos consumidores, a análise sensorial permite também avaliar outros aspetos, como respostas emocionais aquando do seu consumo, por exemplo (Clark *et al*, 2007). Há quatro fases relevantes numa avaliação sensorial de produtos: definição do problema, escolha dos testes, realização das provas e análise/interpretação de resultados. Para a realização destas diferentes etapas, é muito importante conhecer em pormenor o objetivo final do projeto/estudo em questão, que tipo de painel escolher, tendo em conta a população a que o produto se dirige, e conhecer quais os métodos adequados à realização do estudo (Martens, 1999; Choi, 2013).

As qualidades sensoriais dos alimentos são percebidas pelos órgãos dos sentidos: visão, olfato, tato, paladar e audição. Para a realização de provas, são recrutados indivíduos, que podem constituir um painel de peritos, um painel de provadores treinados, ou um painel de consumidores. Um painel de peritos é utilizado quando se pretende classificar um determinado produto de uma forma mais precisa e minuciosa. Os indivíduos são considerados especialistas na caracterização do produto em questão. Um painel de provadores treinados é recrutado quando se pretende descrever e discutir as diferentes qualidades e propriedades do alimento, ou seja, fazer uma avaliação mais descritiva deste.

Neste, os participantes são treinados e especializados no tipo de alimento a ser avaliado. O painel de consumidores é, como o próprio nome indica, constituído por consumidores habituais do alimento em questão, não recebendo qualquer tipo de treino para a realização de provas. O objetivo aqui é conhecer a opinião global desses consumidores habituais (Choi, 2013; Teixeira, 2009; Worch *et al*, 2010).

As respostas dos consumidores no momento da prova podem ser influenciadas por diversos fatores, incluindo questões fisiológicas (adaptação sensorial, por exemplo), psicológicas (erro de expectativa, falta de motivação, entre outros) e o seu estado atual (Choi, 2013).

Os testes de análise sensorial podem ser divididos entre testes de diferenças e testes afetivos ou hedónicos. Os primeiros são utilizados quando se pretende detetar e quantificar as diferenças existentes entre amostras e podem dividir-se entre testes de diferenças (ou discriminação) e testes descritivos. Os testes hedónicos podem dividir-se em testes de aceitação e de preferência (Choi, 2013; Zenebon *et al*, 2008; Drake, 2007).

Os testes de discriminação podem classificar o produto por uma avaliação global ou por avaliação por atributos. Nestes testes há várias amostras e é pedido aos indivíduos que façam uma comparação entre elas, indicando se existem ou não diferenças. Exemplos de testes de discriminação frequentemente utilizados são o teste triangular, o teste duo-trio, diferença para o controle, entre outros. Os testes descritivos são utilizados quando se pretende descrever os diferentes atributos sensoriais do produto e classificar a intensidade de cada característica. Para a realização destes testes exige-se a existência de um painel treinado capaz de descrever e classificar a amostra de forma minuciosa (Zenebon *et al*, 2008; Murray *et al*, 2001). Durante a realização de testes descritivos são descritas propriedades sensoriais como a aparência, textura, sabor e *flavour*, entre outros. Exemplos destes são análise descritiva quantitativa, perfil de textura, perfil de *flavour*, entre outros (Zenebon *et al*, 2008).

Os testes afetivos ou hedónicos são utilizados quando se pretende conhecer a opinião global de consumidores quanto ao produto, ou seja, avaliam se o consumidor gosta ou não do produto. Num teste de preferência, o objetivo é que o consumidor escolha um entre vários produtos apresentados como o seu preferido. Num esquema destes testes, são apresentadas várias amostras e é pedido ao consumidor que as ordene com base na sua preferência. Nos testes hedónicos de aceitação pretende-se que o consumidor evidencie o grau de satisfação quanto ao produto. Nestes utilizam-se escalas hedónicas, sendo as mais frequentes as escalas de 7 e 9 pontos (Zenebon *et al*, 2008; Choi, 2013; Drake, 2007).

Escolhido o tipo de teste, aquando do momento da sua realização é muito importante o cumprimento de determinadas regras na preparação e na apresentação das amostras. A preparação deve seguir as recomendações e indicações dos rótulos dos produtos, de forma a serem apresentadas amostras o mais semelhante possível à forma do produto quando consumido fora das provas. Desta forma, o modo de preparação das amostras deve ser mantido. Deve ter-se também em atenção parâmetros como o tempo das diferentes etapas para a preparação das amostras e a temperatura. Os recipientes e os talheres utilizados nas provas podem ou não ser descartáveis, aconselhando-se (se necessário) que estes sejam entregues ao provador, em bandejas de cor neutra. As condições da sala onde é realizada a prova devem também ser controladas, nomeadamente a temperatura e a luminosidade, entre outros (Zenebon *et al*, 2008).

1.7 Reologia

A reologia respeita ao estudo da deformação e escoamento da matéria quando submetida a forças e foi criada por Eugene Cozinhe Bingham e Markus Reiner no final de 1920 (Fisher, 2015).

A aceitação desta definição de reologia deu-se no momento da fundação da Associação Americana de Reologia, em 1929. Foi caracterizada como Πάντα ρεῖ (panta rhei) – que significa “tudo flui”. Através do estudo da reologia é possível determinar e compreender o comportamento de um dado material quando sujeito a forças. O comportamento resultante é influenciado pelo tipo de processamento a que o material foi submetido, pela sua composição química, pela sua estrutura e, consequentemente pelas interações entre as suas moléculas. Existe, assim, uma relação próxima entre a microestrutura dos materiais e as propriedades reológicas deste (Winger *et al*, 2006; Fischer e Windhab, 2011; Sadiku-Agboola *et al*, 2011).

Atualmente esta ciência é aplicada numa multiplicidade de áreas, como farmacêutica (a formulação de medicamentos deve conduzir a texturas adequadas ao tipo de utilização pretendida), cosmética (por exemplo, na formulação de cremes, onde o seu acondicionamento e escoamento no momento de utilização assumem grande relevância), química, engenharias mecânica e civil, ou na área alimentar.

Nesta área, a reologia assume especial importância em diversos contextos, tais como no controlo de qualidade de produtos, na determinação do seu ciclo de vida e na apreciação da textura, entre outros (Steffe, 1996; Serralha e Gomes de Castro, 2003; Walters, 2010).

Assim, a reologia permite o estudo e fornecimento de informações imprescindíveis aquando do desenvolvimento de produtos. Por exemplo, através da reologia pode avaliar-se se uma modificação no processamento de um produto poderá levar à alteração da sua estrutura e, como consequência, alterar as suas qualidades sensoriais (Fisher, 2015; Ruttarattanamongkol *et al*, 2015).

O objetivo do estudo reológico é quantificar as relações funcionais entre deformação, tensão e quantificar propriedades como a viscosidade, elasticidade ou viscoelasticidade de materiais. A viscosidade é a medida do atrito interno do material (resistência) aquando da sua deformação. Podem-se definir, entre outros, cinco modelos de materiais ideais: elástico, viscoso, viscoelástico, plástico e modelo viscoplástico (Dinis, 2004; Fisher, 2015).

O comportamento elástico é caracterizado pelo facto de o material, quando submetido a uma força, apresentar deformações não permanentes, pois quando removida a força, o material volta à sua forma original. Além disso, as deformações verificadas num material elástico são proporcionais à força aplicada. Os comportamentos elásticos podem ser classificados como lineares ou não-lineares. A grande diferença entre estes dois é o facto de o modelo elástico linear apresentar um valor constante para o módulo da elasticidade e o modelo elástico não-linear valores variáveis com o estado de tensão. No entanto, considera-se que não existem materiais puramente elásticos, pois em muitos materiais, mesmo quando sujeitos a tensões baixas, são visíveis ligeiras deformações permanentes. Apesar disto, dependendo da sua grandeza, estas podem ser negligenciadas (Dinis, 2004; Kelly, 2015).

O modelo viscoso está relacionado com materiais fluidos, que ao sofrerem a aplicação de uma força externa, começam a fluir. A viscosidade é o principal parâmetro deste comportamento. O fluido será mais viscoso quanto menor for a velocidade com que flui. Quando retirada a força aplicada, o material não volta ao seu estado inicial, pois as deformações verificadas são permanentes (Fisher, 2015; Kelly, 2015).

Sendo a viscosidade uma propriedade de fluidos e a elasticidade uma característica de sólidos, pode-se afirmar que os materiais viscoelásticos apresentam simultaneamente características de materiais sólidos e de líquidos. As propriedades viscoelásticas são dependentes da temperatura a que o material se encontra, assim como da tensão aplicada. Desta forma, ao contrário do que se verifica noutros modelos, o comportamento de materiais viscoelásticos é dependente do tempo e da taxa com que a tensão é aplicada. Na realização de testes, a aplicação de diferentes gamas de temperatura e de tempo pode

originar diferentes comportamentos. No entanto, o comportamento viscoelástico só se verifica quando são aplicados níveis relativamente baixos de tensão ou deformação. Quando aplicada uma tensão constante em materiais viscoelásticos, verifica-se uma deformação elástica instantânea, seguida por uma deformação progressiva no tempo, isto é, fluência. Quando a tensão aplicada é removida, a parte da deformação elástica é revertida instantaneamente, seguida de uma recuperação lenta; poderão ou não ser observadas deformações permanentes (Fisher, 2015; Kelly, 2015; O'zkaya *et al*, 2012). O comportamento plástico é caracterizado pela existência de um valor de tensão de cedência, isto é, uma tensão mínima para que o fluxo do material se inicie (Sun e Gunasekaran, 2009; Kelly, 2015; Barnes, 1999). A tensão pode manter-se no valor da tensão de cedência, independentemente da deformação. Considera-se neste caso que o material evidencia um comportamento perfeitamente plástico. Por outro lado, considera-se que o material irá sofrer um encruamento (endurecimento e aumento da resistência do material), quando o valor da tensão sobe para além da tensão de cedência com o aumento da deformação do material (Dinis, 2004).

O comportamento viscoplástico alia os modelos viscoelástico e plástico, ou seja, o material apresenta comportamento viscoso, elástico e plástico. Aqui, o comportamento depende da taxa à qual a carga é aplicada. Se o estado de tensão do material se encontrar abaixo da tensão de cedência, o material apresentará um comportamento elástico ou viscoelástico e, como tal, após a retirada da carga, o material (sólido) volta ao seu estado original (Morais, 2014; Dos Santos, 2012).

O mesmo material poderá apresentar comportamentos distintos, dependendo das condições a que se encontra sujeito. Materiais reais podem não seguir na íntegra os comportamentos ideais anteriormente definidos, ou então o mesmo material pode apresentar vários comportamentos simultâneos. Assim, diferenciando materiais fluidos de sólidos, existem modelos para a classificação de materiais reais de acordo com as propriedades e características que evidenciam e ainda de acordo com as leis que seguem. Mesmo com estes modelos, por vezes pode ser necessária a combinação deles para que seja possível explicar o comportamento completo de um material. Acrescente-se que em materiais com matrizes mais complexas, torna-se difícil classificar o seu comportamento e por vezes não se atinge um consenso. Na Figura 1.1 são descritos vários modelos de comportamento.

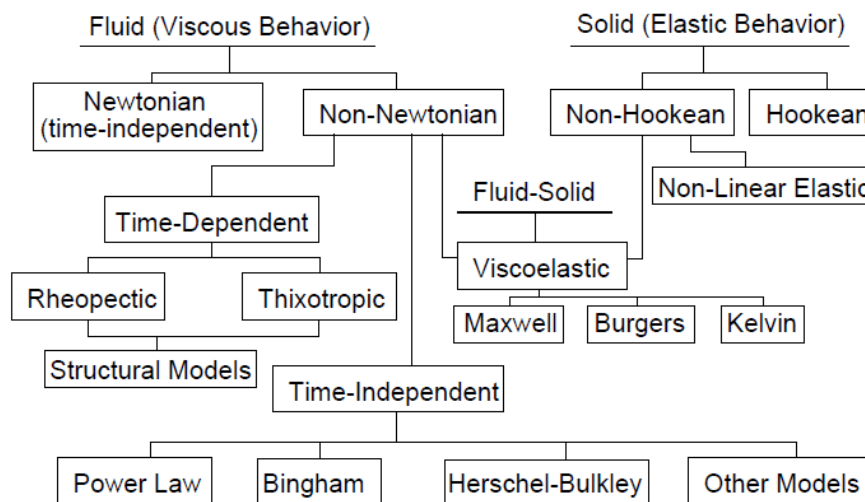


Figura 1.1 – Modelos reológicos de materiais (Steffe, 1996).

Os fluidos podem ser classificados como newtonianos ou não-newtonianos. Nos primeiros, *as tensões tangenciais, num escoamento laminar, são proporcionais à velocidade de deformação*:

$$\sigma = \eta \cdot \gamma \quad (\text{eq. 1.7.1})$$

Sendo,

σ (Pa) - tensão aplicada

η (Pa·s) - viscosidade

γ (s⁻¹) - velocidade de deformação.

Assim, um fluido para ser considerado newtoniano deve apresentar uma viscosidade constante e independente da velocidade de deformação ou do tempo. Como exemplos de alimentos newtonianos temos água, azeite, leite, ou vinho, entre outros (Serralha e Gomes de Castro, 2003).

Os fluidos não-newtonianos apresentam variações de viscosidade de acordo com a velocidade de deformação e/ou com o tempo. Assim, para cada velocidade de deformação, ou para cada tempo, a designada viscosidade aparente deverá ser estabelecida. Materiais que apresentam este tipo de comportamento incluem suspensões coloidais de partículas que apresentam capacidade de formar entre si ligações temporárias. Os fluidos não-newtonianos podem ainda ser classificados como

dependentes do tempo, independentes do tempo ou fluidos viscoelásticos (Serralha e Gomes de Castro, 2003; Chhabra, 2010).

Nos primeiros, os materiais podem ser classificados como tixotrópicos ou reopéticos. A tixotropia observa-se quando um material evidencia uma diminuição da viscosidade aparente com o tempo, a uma tensão de cisalhamento ou taxa de deformação constante, verificando uma recuperação gradual da viscosidade quando a tensão é retirada. Na reopexia, anti-tixotropia, ou ainda tixotropia negativa, verifica-se o oposto, isto é, um aumento da viscosidade aparente com o tempo, a uma tensão de cisalhamento fixa, observando-se também uma recuperação gradual quando a tensão é removida. Nos dois tipos de materiais constata-se alterações microestruturais devido ao cisalhamento (Norton *et al*, 2011; Steffe, 1996).

Para os fluidos não-newtonianos independentes do tempo, as propriedades são constantes no tempo de aplicação da tensão. Estes podem ser divididos em fluidos de lei da potência, fluidos plásticos de Bingham e fluidos Herschel-Bulkley. Nos fluidos lei da potência é observada uma alteração da estrutura supramolecular de repouso, verificando-se uma orientação das partículas coloidais aquando da aplicação de uma força. Esta orientação ocorrerá na direção da força aplicada e, quanto maior for, maior será a organização das moléculas. Desta forma, a viscosidade do material diminui à medida que a tensão aumenta. Molhos e espumas, entre outros, apresentam este tipo de comportamento (Norton *et al*, 2011; Steffe, 1996).

Os plásticos de Bingham são fluidos que apenas se deformam quando é atingida a tensão de cedência do material. A partir daqui verifica-se uma relação linear entre a tensão aplicada e a taxa de deformação. À semelhança dos fluidos de Bingham, os fluidos de Herschel Bulkley, também necessitam da aplicação de uma tensão capaz de atingir a tensão de cedência para que exista deformação permanente. No entanto, a relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação não é linear, ao contrário do que acontece com os fluidos anteriores (Meneses, 2015).

Por último, os viscoelásticos dizem respeito a fluidos que evidenciam também propriedades elásticas, ou sólidos com características viscosas. Neles, quando lhes é aplicada uma força, observam-se deformações, que são recuperadas em parte ou na totalidade quando a força é retirada. Exemplos de alimentos viscoelásticos são a gelatina e queijos (Tareco, 2004).

O comportamento viscoelástico pode ser descrito de acordo com modelos mecânicos que incluem molas e amortecedores, que correspondem ao comportamento elástico e viscoso,

respectivamente (O' zkaya *et al*, 2012). Exemplos são os modelos de Maxwell, Kelvin ou o de Burgers. O modelo de Maxwell é representado por uma mola e um amortecedor em série. Em testes de tensão-deformação, quando aplicada uma tensão, esta é igual tanto na mola como no amortecedor. Inicialmente a mola revela alguma resistência, transferindo mais tarde, a uma taxa constante, a energia de deformação para o amortecedor. A deformação total corresponde à soma da deformação individual de cada um dos componentes elástico e viscoso (Firme, 2013; Barnes *et al*, 1993).



Figura 1.2 - Modelo reológico de Maxwell (Santos, 2008).

O modelo de Kelvin é utilizado para a descrição de alguns sólidos viscoelásticos e neste a mola e o amortecedor são dispostos em paralelo. Aqui, uma tensão aplicada nas extremidades será distribuída pela mola e pelo amortecedor, logo a tensão total aplicada corresponde à soma destes dois elementos. A deformação verificada no elemento elástico é igual à do elemento viscoso (Pinho, 2005; Meneses, 2015; Barnes *et al*, 1993).

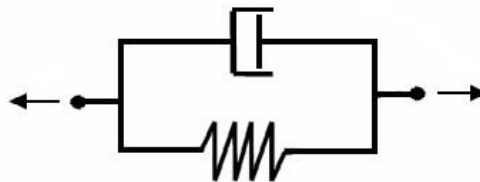


Figura 1.3 - Modelo reológico de Kelvin (Santos, 2008).

O modelo de Burgers é resultante da combinação dos modelos de Maxwell de Kelvin-Voigt, tendo portanto dois parâmetros viscosos (amortecedores) e dois elásticos (molas). Quando aplicada uma tensão, a resposta (deformação) obtida pode dividir-se em três fases. Primeiro, verifica-se uma deformação instantânea correspondente ao elemento elástico de Maxwell. Depois, o parâmetro viscoso deste mesmo modelo evidencia um amortecimento. Por último, verificam-se também deformações no modelo de Kelvin. A deformação total é obtida através da soma das deformações verificadas em cada elemento (Meneses, 2015; Santos, 2008).

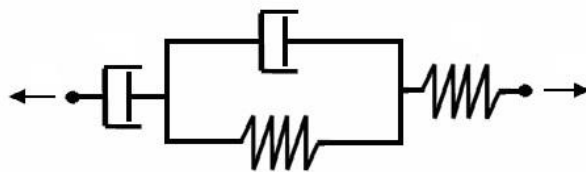


Figura 1.4 - Modelo reológico de Burgers (Santos, 2008).

No entanto, nenhum destes modelos é suficiente para descrever o comportamento de diferentes materiais viscoelásticos em diversas condições (Meneses, 2015).

1.7.1 Testes reológicos

Para conhecer a reologia, os materiais são submetidos a testes de tensão / deformação, onde é aplicada uma força ou uma deformação programada, sob condições específicas (tempo, temperatura) (Hyun *et al*, 2011).

Podem ser aplicados testes de pequenas ou grandes deformações. Nos primeiros, pretende-se muitas vezes analisar o comportamento linear. Neste regime existe uma proporcionalidade direta entre a força aplicada e a deformação obtida, para qualquer tempo. Estes testes permitem muitas vezes que a estrutura do material em questão permaneça intacta. As grandes deformações são importantes no estudo de propriedades texturais. Quando aplicadas, observa-se frequentemente comportamento não-linear, muitas vezes associado ao comportamento plástico. Podem ocorrer rearranjos na estrutura do material, ou até mesmo a sua quebra (Wright *et al*, 2001).

Um dos testes mais utilizados para o estudo da reologia de materiais viscoelásticos são os testes oscilatórios. Estes apresentam várias vantagens, visto que apenas é necessária uma pequena amostra e o comportamento elástico e viscoso é avaliado ao mesmo tempo. Estes testes consistem na aplicação de uma tensão ou deformação periódica no tempo, em geral sinusoidal, sendo registada a resposta correspondente do material (Wright *et al*, 2001; Hyun *et al*, 2011).

Encontramos quatro tipos de testes oscilatórios comuns (Nascimento, 2007):

Varrimento de tempo – A frequência e a amplitude do teste são mantidos constantes e é aplicada uma tensão ou deformação durante um período de tempo previamente definido. Por norma, estes testes são realizados quando se pretende verificar se ocorrem alterações estruturais no material ao longo do tempo.

Varrimento de tensão ou deformação – Neste teste são definidos o valor de frequência e o valor de tensão ou o de deformação máximos a aplicar. Pretende-se verificar a variação da tensão ou da deformação em função do tempo.

Varrimento de frequência – Aqui são definidos os valores mínimo e máximo de frequência e a amplitude da tensão ou deformação, pretendendo-se observar o comportamento do material ao longo do intervalo de frequências.

Varrimento de temperatura – São definidos a amplitude, a frequência e o tempo do teste. Este pode ser realizado definindo uma rampa de temperatura ou uma sucessão de degraus. O objetivo é verificar o efeito da temperatura nas propriedades reológicas do material.

Conforme referido acima, nos testes de pequena deformação, deve encontrar-se inicialmente a região viscoelástica linear. Esta diz respeito à gama de tensão ou deformação aplicada onde as relações entre as duas grandezas são lineares (Wright *et al*, 2001). Nesta fase, os módulos G' (módulo elástico) e G'' (módulo viscoso) são constantes. Depois de realizado o teste de varrimento de amplitude, deve seleccionar-se um valor dentro da região viscoelástica linear e utilizá-lo nos testes oscilatórios posteriores (Nascimento, 2007). Normalmente aquela região envolve deformações abaixo de 1 % (Wright *et al*, 2001). Quanto mais ampla for a região viscoelástica linear, mais estável é o material, pois este irá tolerar deformações mais elevadas sem sofrer deformações plásticas na sua estrutura (Nascimento, 2007; Wright *et al*, 2001).

1.7.2 Manteiga e as suas propriedades reológicas

A manteiga apresenta uma matriz complexa, não havendo uma classificação única quanto ao seu comportamento reológico. Há autores que a consideram um material plástico, com um determinado valor de tensão de cedência, e outros um fluido muito viscoso, pelo menos quando submetido a baixas tensões (Wright *et al*, 2001). No entanto, aquando da realização de testes reológicos na gama de -40 a +40°C (intervalo de fusão da gordura do leite), a manteiga evidencia propriedades sólidas e elásticas simultaneamente, comprovando assim que esta se trata também de um material viscoelástico (Wright *et al*, 2001). Os parâmetros viscoelásticos podem ser avaliados através de testes de tensão de relaxamento e testes de fluência (Gonzalez-Gutierrez e Scanlon, 2012).

A quantidade de gordura líquida e sólida é de extrema importância, isto porque é um dos principais determinantes na consistência da manteiga. Por exemplo, um produto à base

de gordura do leite sem gordura sólida apresenta uma consistência mole; por outro lado, um produto sem gordura líquida torna-se duro e quebradiço. As propriedades reológicas são também influenciadas pela estrutura dos cristais de gordura e pela solidificação (DeMan e Gupta, 1985). De acordo com a cristalização da gordura, o produto pode apresentar diferenças significativas. Por exemplo, uma microestrutura constituída por um número elevado de pequenos cristais aumenta a dureza do produto até 20 % em comparação com uma microestrutura constituída por poucos cristais de tamanho maior. Por outro lado, a existência de gotas de água na fase contínua da manteiga leva a um aumento da viscosidade deste produto (Wright *et al*, 2001; Ronholt *et al*, 2013; Vieira de Sá e Barbosa, 1990). Além disto, a gordura líquida contribuiu para o comportamento viscoso da manteiga (Can *et al*, 2008). Já a elasticidade da manteiga pode estar intimamente relacionada com a capacidade de os glóbulos de gordura sofrerem alongamentos sem rutura (Shukla e Rizvi, 1995). Os processos a que um produto é submetido aquando do seu fabrico têm um grande impacto na sua estrutura, logo nas propriedades reológicas. Parâmetros como a temperatura, por exemplo, assumem extrema importância (Buldo e Wiking, 2012).

Em testes de pequenas deformações, verifica-se em simultâneo o comportamento elástico e viscoso da manteiga. Nesses testes, quando retirada a carga aplicada, as deformações observadas são reversíveis. Quando realizados testes de grandes deformações, a tensão de cedência da manteiga é atingida e a partir daqui a deformação resultante é designada de deformação plástica. Assim, ocorrem rearranjos nos cristais de gordura ou a sua estrutura pode fraturar (Wright *et al*, 2001; Rohm e Weidinger, 1993).

Assim, um modelo mais completo para explicar o comportamento reológico da manteiga, é elasto-viscoplástico. Este considera que em testes com tensões abaixo da tensão de cedência se observa um comportamento viscoelástico e nos testes com tensões acima desse valor verifica-se um comportamento viscoplástico (Dinis, 2004; Gonzalez-Gutierrez e Scanlon, 2012).

1.7.3 Chantili e as suas propriedades reológicas

As natas para chantili devem apresentar um teor de gordura entre 30 e 40 %, devem ser fáceis de bater e devem formar uma espuma leve, com cerca do dobro do volume original. Na forma final, chantili deve apresentar uma estrutura estável durante o seu armazenamento.

Durante o batimento das natas, ocorre uma agregação dos glóbulos de gordura e ao mesmo tempo são incorporadas bolhas de ar. O tamanho e a distribuição destas bolhas são muito importantes na estrutura do chantili, pois além de apresentarem um grande impacto na textura e, conseqüentemente, na percepção sensorial, podem também influenciar o tempo de vida deste produto. Chantili com bolhas pequenas e com uma distribuição uniforme é mais estável, mais branco e cremoso do que chantili com bolhas de ar maiores e com distribuição pouco uniforme (Jakubczyk e Niranjana, 2006).

Para a produção de chantili, é aconselhado que as natas sejam colocadas previamente no frigorífico 12 horas a 5-10 °C. Neste intervalo de temperatura, as gotículas de gordura cristalizam parcialmente. Durante o batimento das natas, são aplicadas forças de cisalhamento que originam os fenómenos de coalescência das gotículas de gordura. Este fenómeno deriva de os glóbulos de gordura entrarem em colisão entre si e formarem uma rede de cristais que suporta as bolhas de ar, que vão sendo incorporadas ao longo do batimento. Temperaturas dentro do intervalo acima durante este processo origina a uma reorganização mais adequada dos glóbulos de gordura, sendo o processo de coalescência também mais fácil. Temperaturas desadequadas durante o processo de coalescência podem levar à formação de poucos cristais de gordura. Tendo em conta que estes contribuem para a viscosidade e estabilidade do chantili, este acontecimento pode dar origem a uma diminuição nestas propriedades (Nguyen *et al*, 2015; Smith *et al*, 2000; Stanley *et al*, 1996).

Por norma, grande parte do ar incorporado ocorre na fase inicial do processo e, à medida que os glóbulos de gordura se agregam, o diâmetro das bolhas de ar diminui. À semelhança do que acontece na manteiga, é formada uma estrutura tridimensional de cristais (Jakubczyk e Niranjana, 2006).

O chantili também tem um comportamento plástico, isto é, apresenta uma tensão de cedência. Desta forma, o chantili é também considerado um material elasto-viscoplástico, visto que é observado um comportamento viscoelástico abaixo da tensão de cedência e, acima deste, observa-se um comportamento plástico (Dinis, 2004; Gonzalez-Gutierrez e Scanlon, 2012).

Quando realizados testes reológicos, o chantili apresenta propriedades elásticas e viscosas simultaneamente, podendo ser considerado um material viscoelástico. Um dos processos que mais contribui para a comportamento viscoelástico do chantili é a incorporação de bolhas de ar durante o batimento das natas, sendo que a duração deste procedimento pode influenciar o comportamento elástico e viscoso (Jakubczyk e Niranjana, 2006). No que

respeita aos parâmetros viscoelásticos do chantili, o módulo elástico, G' é superior ao módulo viscoso, G'' (Jakubczyk e Niranjana, 2006). O primeiro aumenta com o aumento da frequência ao passo que o módulo viscoso diminui com esta e, quando realizados testes com frequências inferiores a 3 Hz, não são verificadas diferenças entre os dois módulos (Jakubczyk e Niranjana, 2006).

2. Material e métodos

Este projeto de investigação foi desenvolvido na ESB, usando primordialmente o laboratório de cozinha (KitchenLab).

As matrizes manteiga e natas foram fornecidas pela empresa Leitaria da Quinta do Paço. Os aromas utilizados foram fornecidos pela empresa Metarom. Todos os produtos desta empresa são extratos naturais.

2.1 Métodos

2.1.1 Procedimento de incorporação de aromas em manteiga

Chegada às instalações da ESB a manteiga foi armazenada em frigorífico a 7 °C. Aquando do procedimento experimental, esta foi pesada e colocada em recipientes de vidro. As massas das experiências iniciais eram cerca de 20 g de manteiga. Para a incorporação dos aromas, foram seguidas as recomendações descritas nas suas fichas técnicas e, com a ajuda de pipetas volumétricas, foram colocados os aromas nos recipientes com manteiga. Com o auxílio de espátulas ou colheres, a mistura foi mexida com o objetivo de uniformizar a incorporação do aroma. Este processo tinha a duração de 7-10 min. A temperatura da manteiga neste processo é um parâmetro importante, pois, se demasiado fria, é muito dura e difícil de trabalhar; se a temperatura for acima de 20 °C, há a fusão de quantidade significativa de gordura, podendo alterar muito a microestrutura da manteiga. Assim, tentou-se fazer sempre a incorporação em torno de 12–15 °C. Por vezes, a temperatura final aproximou-se dos 20 °C.

Fizeram-se ensaios preliminares de seleção de aromas. Os produtos testados são os listados na Tabela 2.1. Destes, os escolhidos para incorporação na manteiga foram os aromas de canela, cereja, caramelo e noz. Esta escolha foi determinada de acordo com uma avaliação pessoal pelos autores do trabalho. De igual modo, o teor de cada aroma incorporado foi fixado por ensaios iniciais similares.

Depois de aromatizadas, as manteigas repousaram no frigorífico a 7 °C durante 48 horas. Estudos publicados indicam que, após destruição parcial de estrutura, a manteiga readquire em boa parte a forma original (Rønholt *et al*, 2013).

2.1.2 Procedimento de incorporação de aromas em chantili

As natas chegadas às instalações da ESB foram guardadas em frigorífico a 7 °C. Para o procedimento experimental, foram transferidas cerca de 25 g de natas para taças de vidro. Os aromas foram adicionados e, com o auxílio de uma batedeira elétrica (Moulinex) as natas foram batidas até atingirem a estrutura de chantili, com cerca do dobro do volume inicial, durando este processo cerca de 2-3 minutos. A batedeira dispunha de três velocidades diferentes, sendo que foi usada a mais lenta. No final do procedimento, o chantili apresentava uma temperatura entre 10 e 15 °C. Relativamente aos aromas, para esta matriz foram escolhidos morango, baunilha, limão e café. As amostras foram armazenadas no frigorífico à temperatura de 7 °C durante 48 horas.

Tabela 2.1 - Aromas Metarom testados durante o procedimento experimental

Aroma	Referência	Base/suporte
<i>Canela</i>	LM5106	Água e álcool etílico
<i>Cereja</i>	LM 4802	Água e álcool etílico
<i>Frutos do bosque</i>	LM 8122	Água e álcool etílico
<i>Caramelo de leite</i>	PE16726	Propilenoglicol e álcool etílico
<i>Limão</i>	PE 15536	Água e álcool etílico
<i>Avelã</i>	PE17057	Propilenoglicol, triacetina
<i>Noz</i>	PE16759	Glicerol, propilenoglicol e álcool etílico
<i>Baunilha</i>	PE17048	Propilenoglicol
<i>Morango</i>	AM544	Propileno glicol, xarope de glucose
<i>Tangerina</i>	LM5323	Água e álcool etílico
<i>Laranja</i>	LMA4116	Água e álcool etílico
<i>Vinho do Porto</i>	AM 1035	Água e álcool etílico

2.1.3 Análise sensorial de manteiga

Foram recrutados consumidores habituais de manteiga dentro da população da ESB (alunos, docentes e funcionários) cobrindo todas as faixas etárias pré-definidas: menos de 25 anos, de 26 a 50 anos e mais de 50 anos. No total, a prova contou com 68 provadores. A prova decorreu na sala auxiliar do laboratório de cozinha. Aos consumidores foi entregue um tabuleiro com cinco amostras de manteiga: manteiga normal não aromatizada e as quatro manteigas com aroma de caramelo, cereja, noz e canela. Os recipientes com as amostras de manteiga estavam devidamente identificados com o tipo de aroma. No mesmo tabuleiro foram colocados um copo de água, guardanapos, tostas, colheres e um questionário. As tostas podiam ser utilizadas para barrar manteiga e provar, ou apenas para retirar o sabor da boca entre amostras. Para as provas foram utilizadas as seguintes incorporações: canela: 30,1 g/kg; cereja: 52,7 g/kg; caramelo: 15,0 g/kg; noz: 23,1 g/kg.

No questionário foi pedido aos consumidores para provarem as amostras fornecidas e para darem a sua apreciação global com base numa escala hedónica de 7 pontos (ver questionário no Anexo 1). Com o uso desta escala, consideram-se valores superiores a 3,5 como sendo uma aceitação positiva e os inferiores são considerados aceitações negativas. Foi ainda questionada a adequação da intensidade do aroma usando uma escala de três pontos: “too weak”, “just-about-right” e “too strong”. No mesmo questionário foram recolhidos dados de consumidor e sociodemográficos.

2.1.4 Análise sensorial de chantili

Tal como na análise sensorial de manteiga, os consumidores/apreciadores de chantili foram recrutados na ESB entre alunos, docentes e funcionários, de todas as faixas etárias: menos de 25 anos, de 26 a 50 anos e mais de 50 anos. Esta prova contou com 70 provadores.

A prova decorreu na sala auxiliar do laboratório de cozinha da ESB. Aos consumidores foi entregue um tabuleiro com cinco amostras de chantili: chantili não aromatizado e amostras com aromas de morango, baunilha, limão e café. Os recipientes estavam devidamente identificados com o nome do aroma em questão. No mesmo tabuleiro foram colocados um copo de água, guardanapos, tostas, colheres e um questionário. Neste caso, as tostas foram colocadas para os provadores anularem o sabor na boca entre amostras.

Utilizaram-se as seguintes incorporações de aromas nas natas: morango: 23,95 g/kg; baunilha: 15,84 g/kg; limão: 31,73 g/kg; café: 15,85g/kg.

No questionário foi pedido aos consumidores para provarem as amostras fornecidas e para classificarem a sua apreciação global com base numa escala hedónica de 7 pontos. Nesta escala, valores superiores a 3,5 consideram-se como sendo uma aceitação positiva e os inferiores são considerados aceitações negativas. Foi ainda questionada a adequação da intensidade do aroma usando uma escala de três pontos: “too weak”, “just-about-right” e “too strong”. As restantes questões diziam respeito a dados de consumidor e sociodemográficos (ver Anexo 2).

2.1.5 Reologia da manteiga

Para o estudo reológico da manteiga, foram realizados testes de varrimento de frequência e testes de rampa de temperatura num reómetro *Gemini Advanced Rheometer* (Bohler Instruments, Reino-Unido), de placas paralelas, acoplado com uma unidade *peltier*. Este é um reómetro específico para testes com aplicação de uma tensão ou deformação controlada.

Os testes foram realizados para três amostras distintas: uma amostra de manteiga normal, outra de manteiga com aroma de cereja (52,7 g/kg) e outra de aroma de caramelo (15,0 g/kg). Estas amostras foram preparadas 48 horas antes da realização dos testes. A amostra de manteiga base, apesar de não ter sido adicionada com aroma, foi também mexida com espátula e/ou colher, à semelhança das amostras com aroma. Aquando da realização dos testes, foram retiradas porções cilíndricas de cada amostra com a ajuda de um cilindro oco, de diâmetro igual ao da placa superior do reómetro (20 mm). Posteriormente, com a ajuda de uma lâmina, foram cortadas pequenas fatias circulares com uma espessura de 2,5 mm.

2.1.5.1 Varrimento de frequência

Foi definido um intervalo de frequência de 0,1 a 100 Hz, tendo sido aplicada uma deformação controlada de 0,05 % a uma temperatura de 25 °C. A distância entre as duas placas foi de 2,5 mm. Este teste foi realizado em triplicado para cada amostra.

2.1.5.2 Rampa de temperatura

Nos testes de rampa de temperatura foi definido um intervalo de 7 a 45 °C, tendo sido aplicada uma deformação controlada de 0,05 %, com um gradiente de 1 °C/min e à frequência de 1 Hz. Este teste foi igualmente realizado em triplicado.

2.1.6 Reologia de chantili

À semelhança do processo na manteiga, no estudo reológico de chantili também foram realizados testes de varrimento de frequência e testes de rampa de temperatura no reómetro *Gemini Advanced Rheometer* (Bohler Instruments, Reino-Unido), de placas paralelas, acoplado com uma unidade *peltier*.

Realizaram-se esses testes em chantili não aromatizado e em chantili com aroma de cereja (50 g/kg) e baunilha (16 g/kg). Estas amostras foram preparadas 48 horas antes dos testes. As amostras destes tinham uma espessura de 2,5 mm e um diâmetro igual ao da placa superior do reómetro (20 mm).

2.1.6.1 Varrimento de frequência

Para a realização deste teste foi utilizado um intervalo de frequência de 0,01 a 10 Hz, tendo sido aplicada uma tensão controlada de 0,1 Pa, a uma temperatura de 25 °C. A distância entre as duas placas foi de 2,5 mm. Para cada amostra, o teste foi realizado em triplicado.

2.1.6.2 Rampa de temperatura

O teste de rampa de temperatura foi efetuado no intervalo de 9 a 45 °C, com uma deformação controlada de 0,1 % com um gradiente de 1 °C/min, e à frequência de 1 Hz. A distância definida entre as placas paralelas foi de 2,5 mm. Esta análise foi igualmente realizada em triplicado.

2.1.7 Solubilidade dos aromas

Tendo em conta que a manteiga apresenta uma matriz complexa, constituída por uma (pequena) fase aquosa e uma fase de gordura, pretendeu-se avaliar em qual destas fases os aromas se incorporariam preferencialmente.

Assim, foram preparadas três amostras, cada uma com 30 g de manteiga: uma amostra de manteiga normal, outra com aroma de café e outra amostra de cereja. Após 48 horas, as três amostras foram colocadas num banho com água à temperatura de 30 °C durante cerca de 7 minutos.

Depois de derretidas, cada amostra foi vertida para um tubo de ensaio. Estes foram colocados numa centrífuga Centurion 822 Series – Scientific LID, tendo rodado na velocidade máxima durante 5 minutos.

2.1.8 Análise estatística

Os dados das provas de análise sensorial e dos testes reológicos de manteiga e chantili foram submetidos a análise estatística com recurso ao software Excel e Statistical Package for Social Sciences (SPSS).

Os dados das provas de análise sensorial foram sujeitos a análise de tendência central e dispersão, análise de variância em dois fatores (ANOVA) e análise de penalidades. As análises da tendência central e dispersão foram utilizadas para permitir a avaliação e interpretação dos dados referentes à aceitação do produto. A análise de variância é um procedimento estatístico que tem como principal propósito a comparação das médias dos grupos de dados em avaliação, verificando se existem diferenças significativas entre eles (Sawyer, 2009). Considerando os provadores e as amostras utilizadas como fonte de variação, foi realizada uma análise de variância para verificar a existência de diferenças significativas entre as amostras de manteiga avaliadas, bem como entre as amostras de chantili. Quando observados valores de p superiores a 0,05, conclui-se que não se verificam diferenças significativas entre os dados avaliados. O método de análise de penalidades é frequentemente utilizado pela indústria aquando da intenção do lançamento de novos produtos no mercado. Através dele, e após a classificação de determinado atributo numa escala hedónica, é possível determinar de que forma ele pode influenciar a aceitação final do consumidor e se esse atributo, na sua avaliação geral, o irá penalizar. (Plaehn, 2013; Ares *et al*, 2014; Pagès *et al*, 2014). Este teste foi utilizado para verificar se a classificação da intensidade dos aromas, quer na manteiga, quer no chantili, penalizou a aceitação global do produto.

Foram também realizados testes estatísticos aos dados de reologia, de forma a concluir sobre possíveis diferenças significativas no comportamento das diferentes amostras. Para isto, foi aplicado o teste de análise de confiabilidade com base no valor de alfa de

Cronbach. Este teste avalia a consistência interna dos dados, permitindo classificá-los como consistentes ou não e avalia-os quanto à sua fiabilidade. Consideram-se dados fiáveis quando são obtidos os mesmos resultados através da avaliação de amostras semelhantes. O valor de Cronbach varia entre 0 e 1 e considera-se que os resultados são fiáveis quando ele é igual ou superior a 0,7. Quanto mais este valor se aproximar de 1, melhor a fiabilidade dos dados (Pestana e Gageiro, 2005; Maroco e Garcia-Marques, 2006). O teste foi aplicado a todos os estudos reológicos, quer de manteiga, quer de chantili.

3. Resultados e Discussão

Neste projeto foi estudada a incorporação de aromas naturais em manteiga e em chantili. Experiências iniciais na manteiga consistiam no seu aquecimento até atingir o estado líquido e posterior mistura do aroma. No entanto, o derretimento completo da manteiga leva a uma destruição da sua estrutura de cristais de gordura, que se pode manifestar em características sensoriais indesejáveis (Rønholt, 2012), mesmo após posterior solidificação. Assim, aquele método foi colocado de parte, substituindo-o pela incorporação do aroma a temperatura à volta de 15 °C. Embora exista ainda a possibilidade de que a estrutura da manteiga possa ser afetada, pensa-se que será em muito menor extensão, com menor impacto nas suas características sensoriais.

A incorporação dos aromas iniciou-se com a adição das quantidades recomendadas pela empresa fabricante Metarom. No entanto, o chantili, mas sobretudo a manteiga, têm alto teor de gordura e sabores intensos, tendo-se observado serem necessárias incorporações bem superiores (ordem de 10 vezes às recomendadas no caso da manteiga) às necessárias para outras matrizes mais neutras (por exemplo, farinhas ou laticínios de baixa gordura, como iogurtes).

3.1 Prova de análise sensorial de manteiga

3.1.1 Características Sociodemográficas

Para a realização da prova de análise sensorial de manteiga aromatizada foram recrutados 68 consumidores/apreciadores, na ESB, de ambos os sexos, dentro de todas as faixas etárias pré-definidas e possuindo diferentes habilitações literárias. Mais especificamente, 67,2 % foram indivíduos do sexo feminino e 32,8 % masculino. Do total de 68 consumidores, 61,2 % apresentavam menos do que 25 anos, 34,3 % entre 26 e 50 anos e, 4,5 % apresentavam mais de 50 anos. No domínio das habilitações literárias, 44,8 % possuíam licenciatura, 38,8 % ensino secundário, 14,9 % pós-graduação e 1,5 % possuía apenas ensino básico.

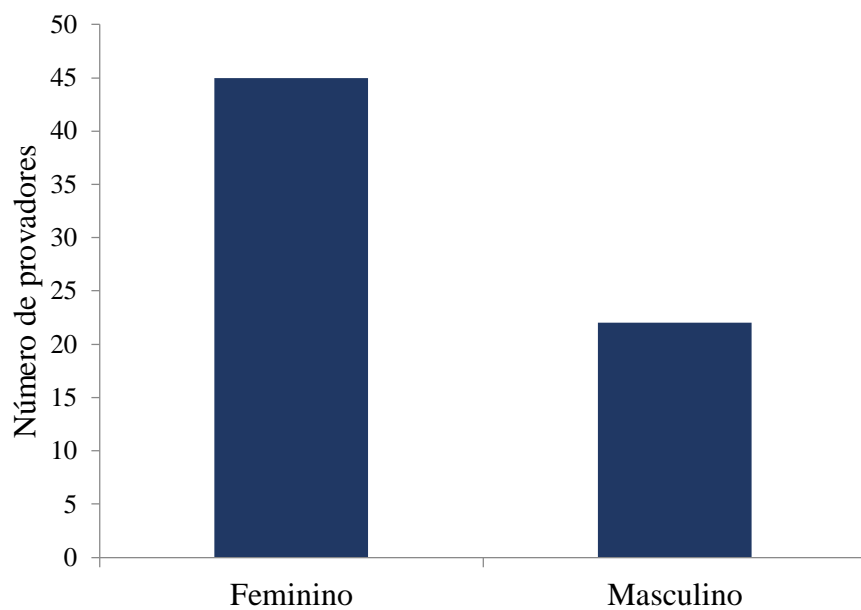


Figura 3.1 - Frequência de gênero dos consumidores.

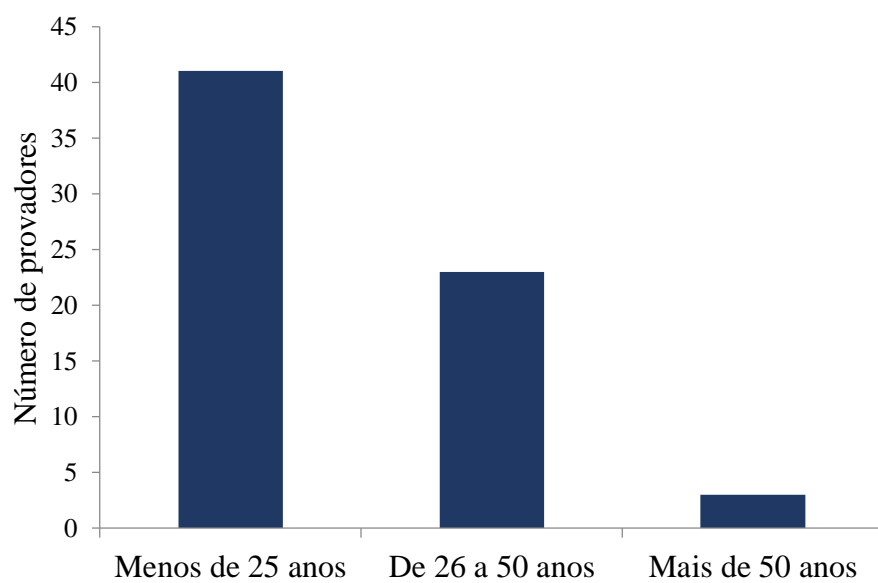


Figura 3.2 - Frequência de faixa etária dos consumidores.

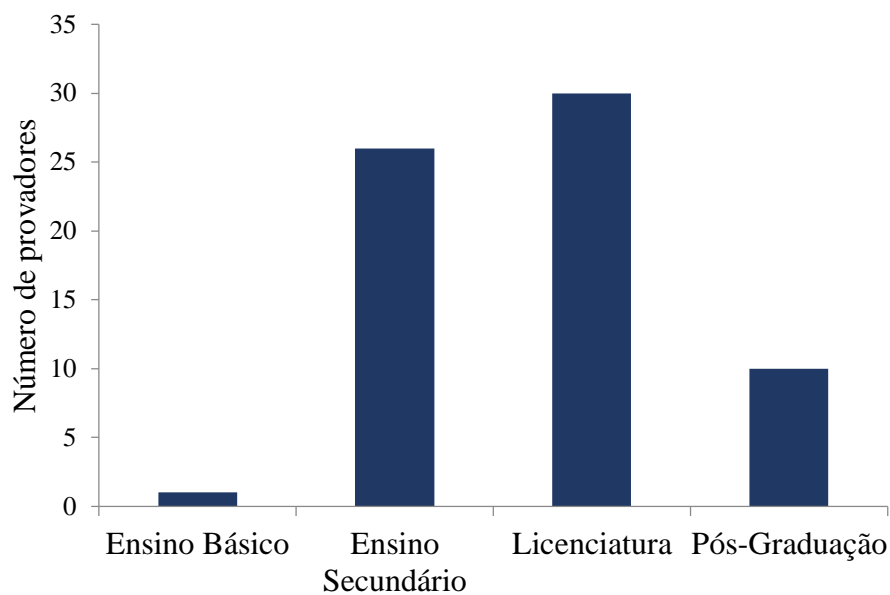


Figura 3.3 - Frequência de habilitações literárias dos consumidores.

3.1.2 Características de consumidor

Quanto aos hábitos de consumo manteiga, cerca de 88,1 % dos consumidores disse consumir regularmente manteiga e apenas 11,9 % referiu que não consome, mas que gosta. Não houve nenhum provador que não gostasse de manteiga.

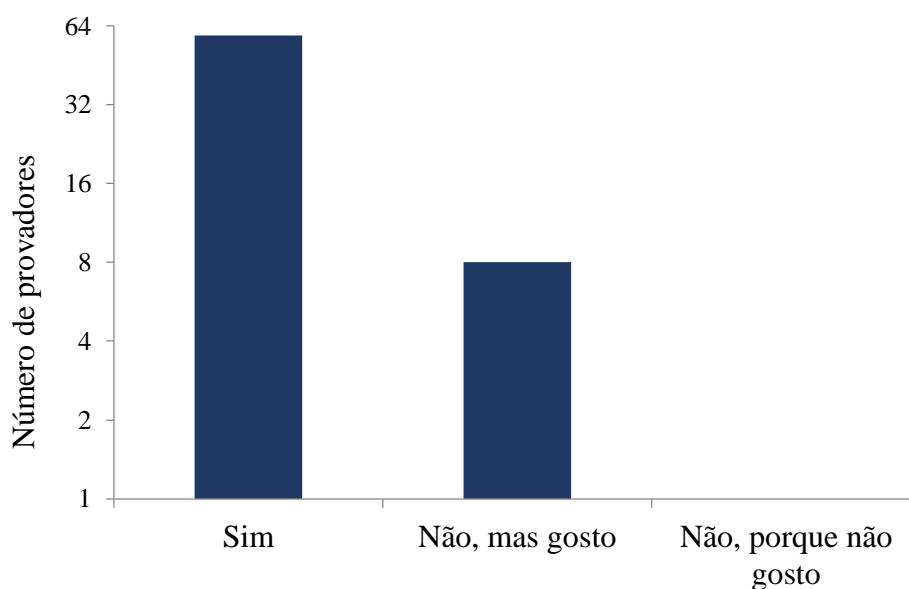


Figura 3.4 - Consumo de manteiga.

No seguimento da questão anterior, foi interrogada qual a frequência de consumo. Verificou-se que 36,9 % consumiam diariamente, 44,6 % disseram consumir 1-3 vezes por semana e 18,5 % consumiam ocasionalmente.

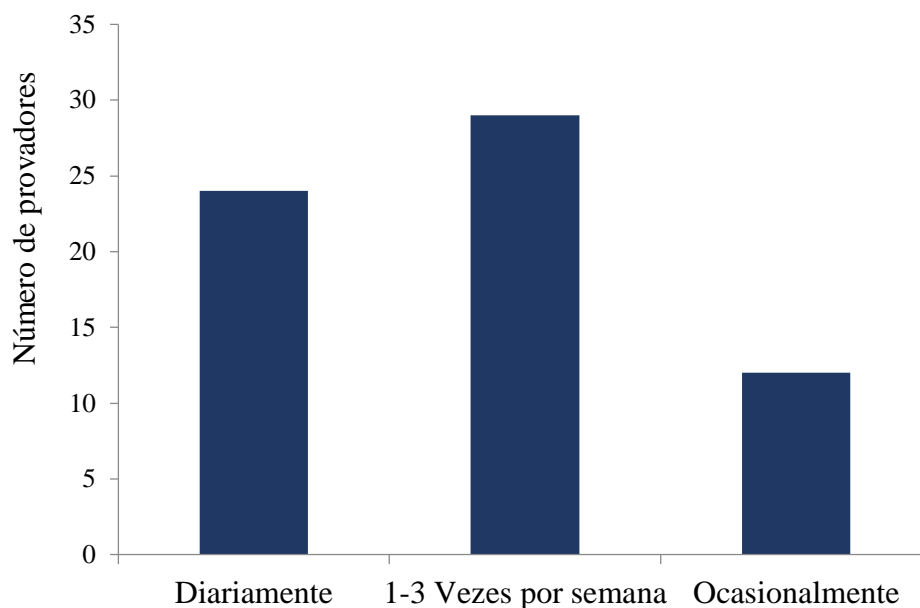


Figura 3.5 - Frequência de consumo de manteiga.

Quando questionados sobre a forma de consumo de manteiga, mais de 50 % dos consumidores disse com pão/torradas/tostas, sendo considerada esta a melhor opção.

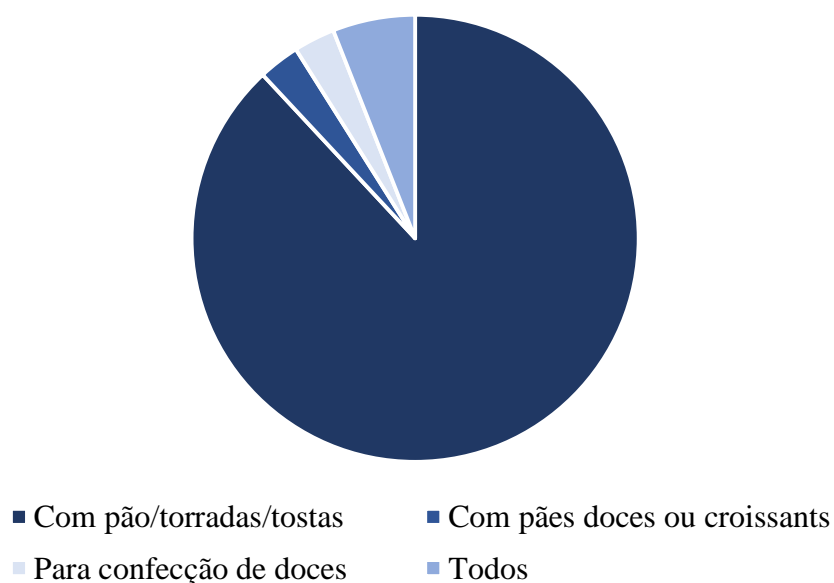


Figura 3.6 - Forma de consumo de manteiga.

Supondo que estas manteigas aromatizadas eram comercializadas, os consumidores foram questionados sobre o tamanho de embalagem preferido: 34,8 % referiram que gostariam de comprar em unidades de 10-20 g, 54,5 % gostaria de embalagens de 125 g e 10,6 % de 250 g. Em manteiga tradicional, a maior parte dos consumidores domésticos, na hora de compra, opta por embalagens de 125 ou 250 g, pois para muitos trata-se de um

produto de consumo diário. No caso das manteigas aromatizadas, os consumidores optariam por embalagens mais pequenas, o que é compreensível pela natureza deste produto, que será consumido com menor frequência e quantidade.

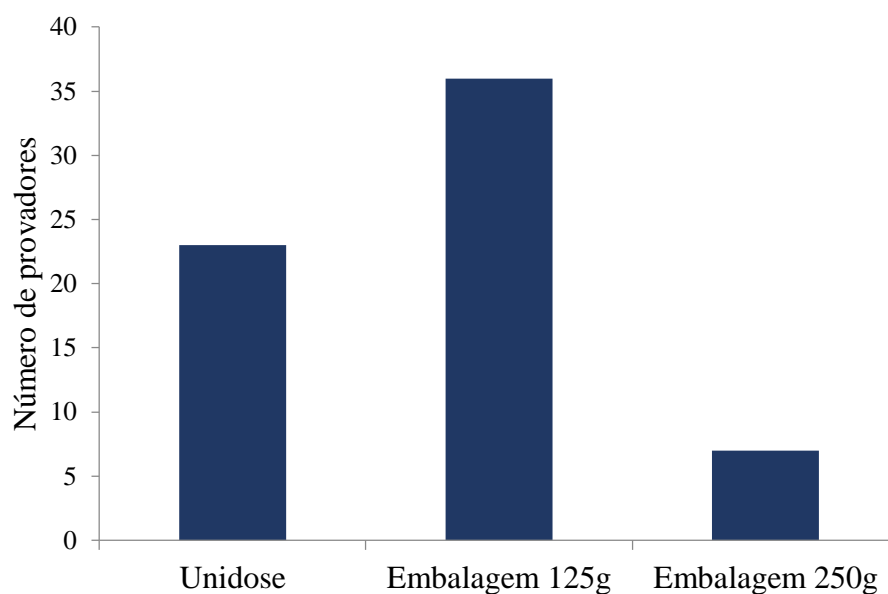


Figura 3.7 - Frequência do tamanho de embalagem preferido para a comercialização de manteigas aromatizadas.

Relativamente aos possíveis pontos de venda, mais de 50 % dos consumidores considerou que este produto se deveria encontrar em hipermercados, provavelmente por se tratarem de estabelecimentos de frequente acesso. Apenas 3 consumidores consideraram outros pontos de venda como pequenos supermercados e cafetarias.

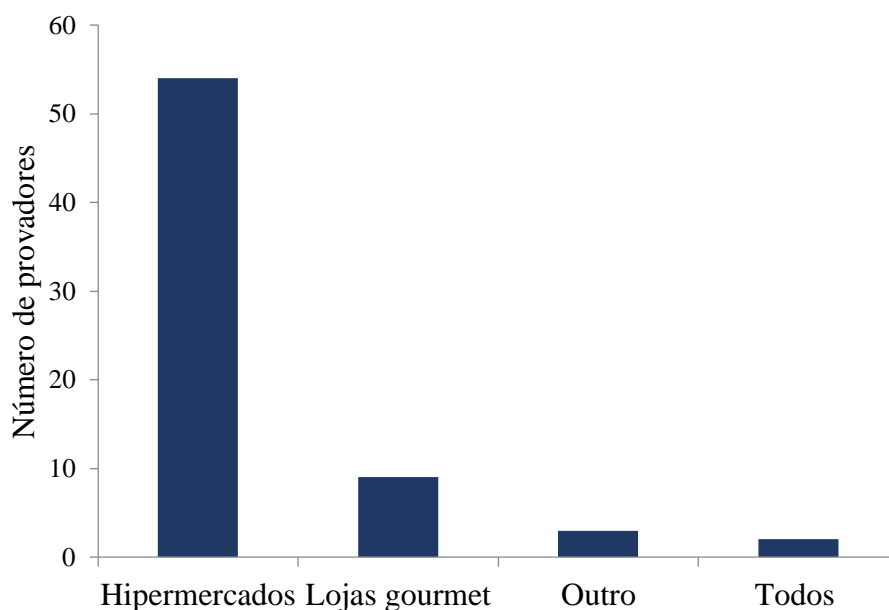


Figura 3.8 - Frequência dos possíveis pontos de venda para a comercialização de manteigas aromatizadas.

Quando questionados sobre o preço relativo máximo que estariam dispostos a pagar, foram obtidos um valor mínimo de 8 e valor máximo de 20, com uma média de 13,44. A referência era manteiga normal, com um preço de referência 10, o que torna o resultado obtido bastante interessante.

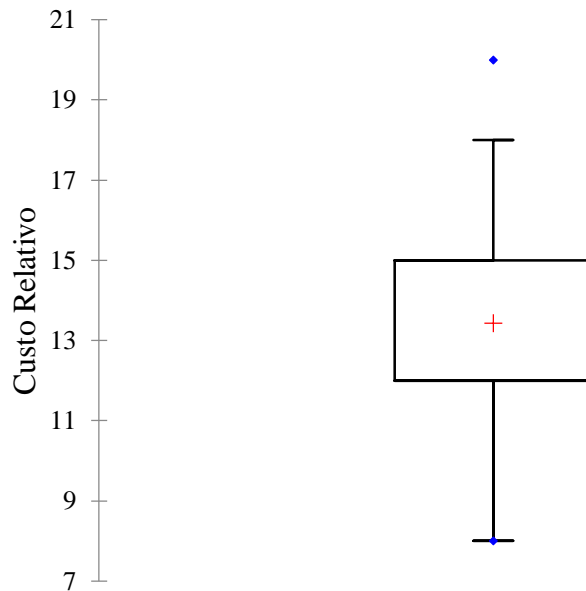


Figura 3.9 - Preço relativo de manteigas aromatizadas sugerido pelos consumidores.

3.3.3 Avaliação Sensorial

Os resultados relativos à avaliação hedônica (Figura 3.10) foram muito semelhantes entre as quatro amostras de manteiga, tendo-se verificado uma avaliação positiva em todas as amostras, com médias superiores a 3,5. Apesar de a amostra com aroma de noz apresentar um valor médio superior às restantes, não se pode considerar que se destaca das restantes, pois estatisticamente as quatro amostras não são significativamente diferentes, como discutido mais à frente.

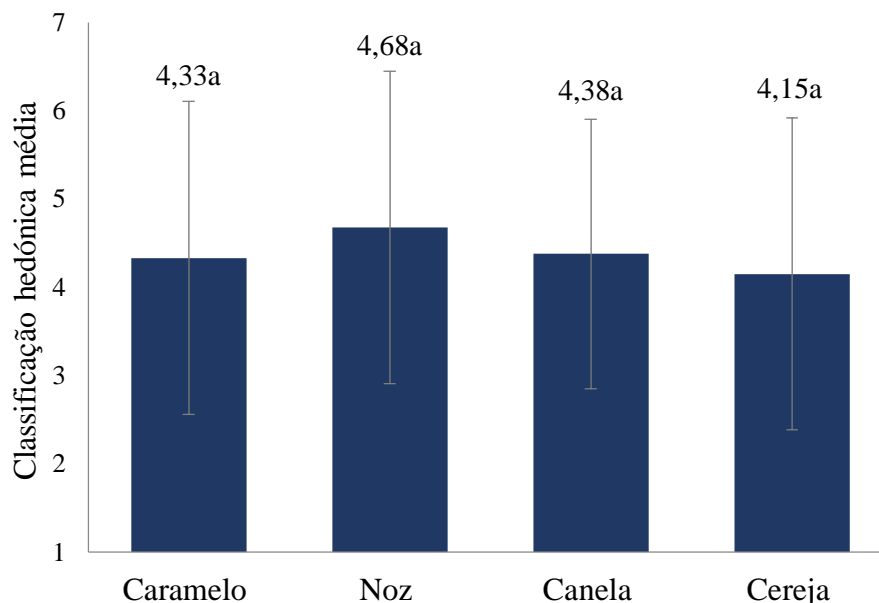


Figura 3.10 - Avaliação hedônica média de cada tipo de manteiga aromatizada e respetivo desvio-padrão. Médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes.

No anexo 3 encontram-se os dados referentes à análise de variância. Nesta, foi obtido um valor de p de 0,291. Isto comprova que nenhuma das amostras teve uma preferência destacada dos consumidores.

Da avaliação da adequação da intensidade dos aromas, verificou-se que nas amostras com aromas de cereja, noz e caramelo, mais de 50 % dos consumidores considerou que a intensidade do aroma se encontrava adequada. Nas amostras com aroma de canela, apenas 44 % considerou que a intensidade do aroma se encontrava adequada, 31 % considerou demasiado fraca e 25 % demasiado forte. As percentagens verificadas para as amostras de aroma de cereja e de caramelo são muito semelhantes, sendo estas as que têm maior percentagem de consumidores a considerar a intensidade adequada.

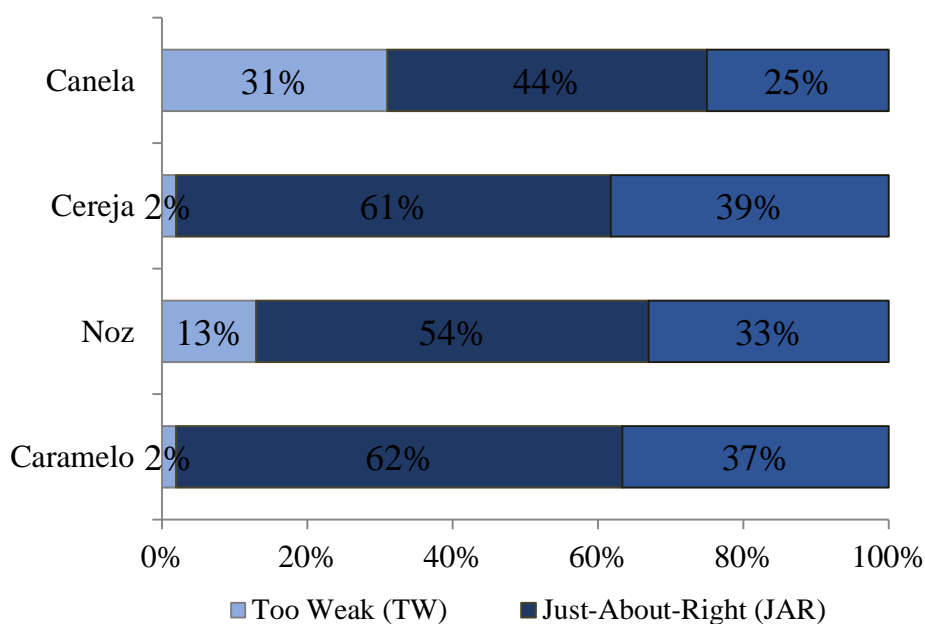


Figura 3.11 - Classificação da intensidade do aroma em “Too Weak”, “Just-About-Right” e “Too Strong”, em percentagem de consumidores.

O facto de determinados consumidores considerarem a intensidade demasiado fraca ou demasiado forte pode influenciar a sua avaliação hedónica, bem como a sua apreciação global do produto. Neste caso, a análise de penalidades permite conhecer o impacto dos desvios em relação à intensidade “just-about-right” na apreciação hedónica. Aqui foi apenas avaliado um atributo, a intensidade do aroma. Através do Figura 3.12, conclui-se que a apreciação hedónica das amostras com os aromas de caramelo e noz foram as mais penalizadas pelos consumidores, por considerarem que a intensidade do aroma estava demasiado forte. Quanto às amostras com aroma de canela, os consumidores dividiram-se entre as classificações de demasiado fraco ou demasiado forte.

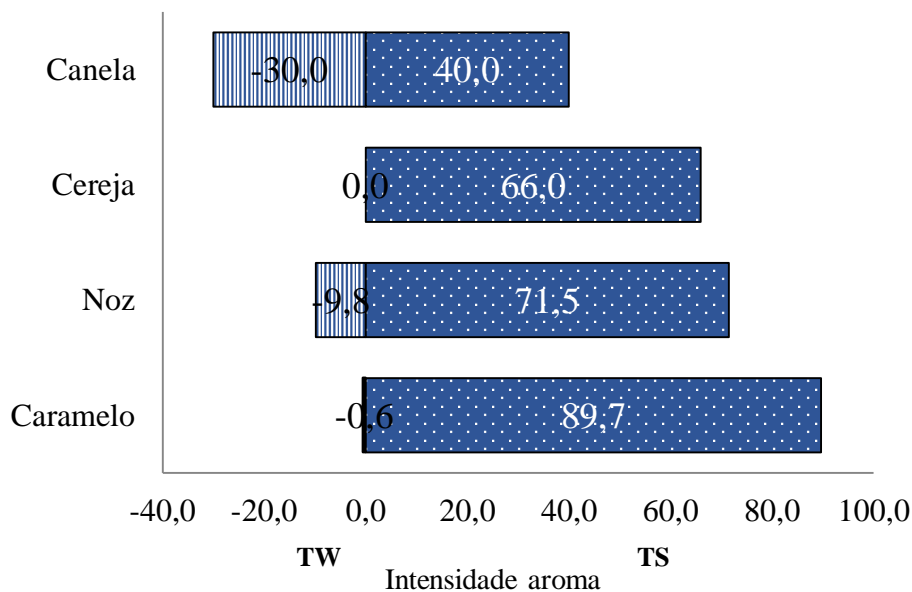


Figura 3.12 - Penalização da intensidade de cada aroma.

3.2 Prova de análise sensorial de chantili

3.2.1 Características Sociodemográficas

Para a realização da prova de análise sensorial de chantili aromatizado foram recrutados 70 consumidores/apreciadores de chantili, na ESB, de ambos os sexos, com idades em todas as faixas pré-definidas e com diferentes habilitações literárias. Mais concretamente, 73,8 % diziam respeito a indivíduos do sexo feminino e 26,2 % do sexo masculino. Do total de consumidores, 29,2 % apresentava menos do que 25 anos, 66,1 % entre 26 e 50 anos e, 4,6 % apresentava mais de 50 anos. No domínio das habilitações literárias, 41,5 % possuía licenciatura, 36,9 % ensino secundário e 20,5 % pós-graduação.

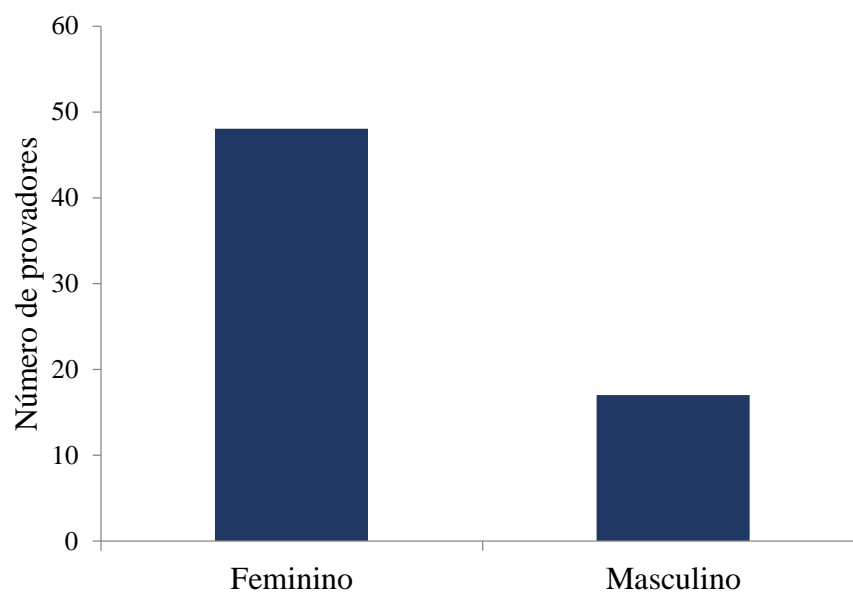


Figura 3.13 – Frequência de gênero de consumidores.

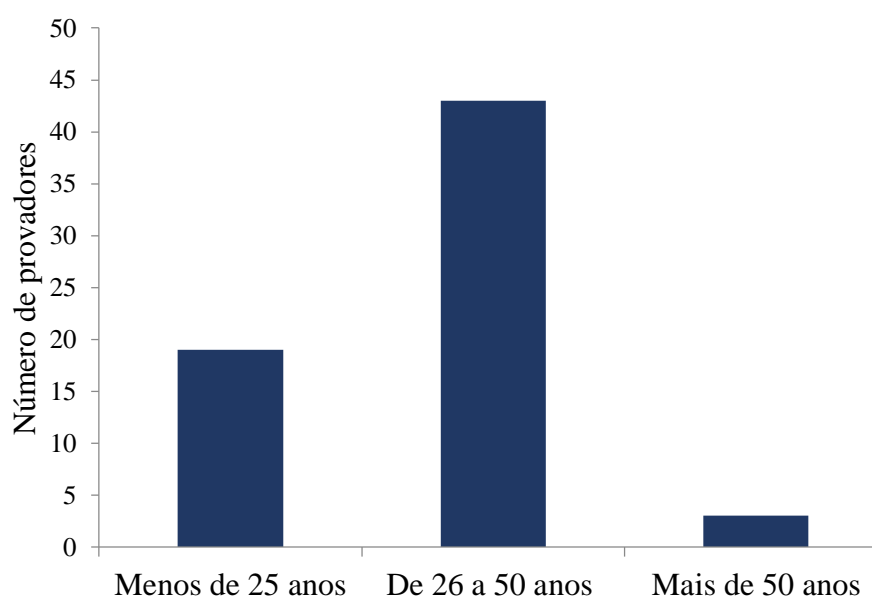


Figura 3.14 – Frequência faixa etária de consumidores.

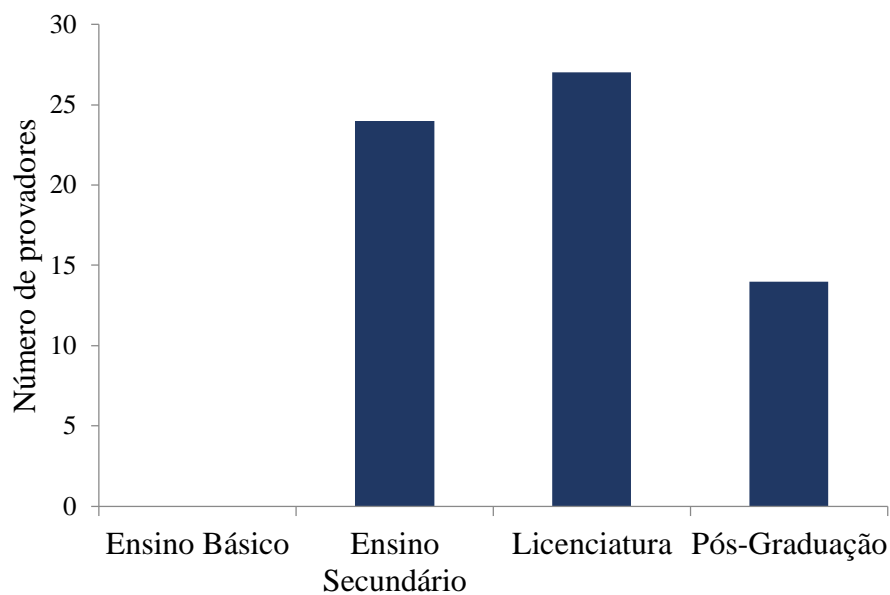


Figura 3.15 – Frequência de habilitações literárias dos consumidores.

3.2.2 Características de consumidor

Relativamente ao consumo de chantili, 50 % dos consumidores afirmaram consumir chantili e apenas 1,5 % dos consumidores disseram não consumir porque não gostam.

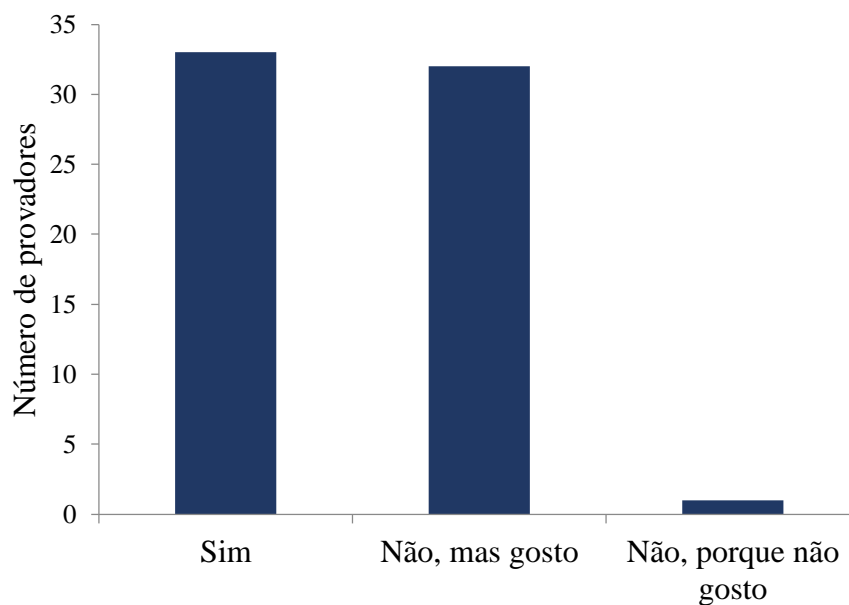


Figura 3.16 – Frequência de consumo de chantili.

Não surpreendentemente, nenhum participante era consumidor diário de chantili e 62,7 % consumia ocasionalmente; 37,3 % consumia 1-3 vezes por mês. Dos 70 consumidores, apenas 51 responderam a esta questão.

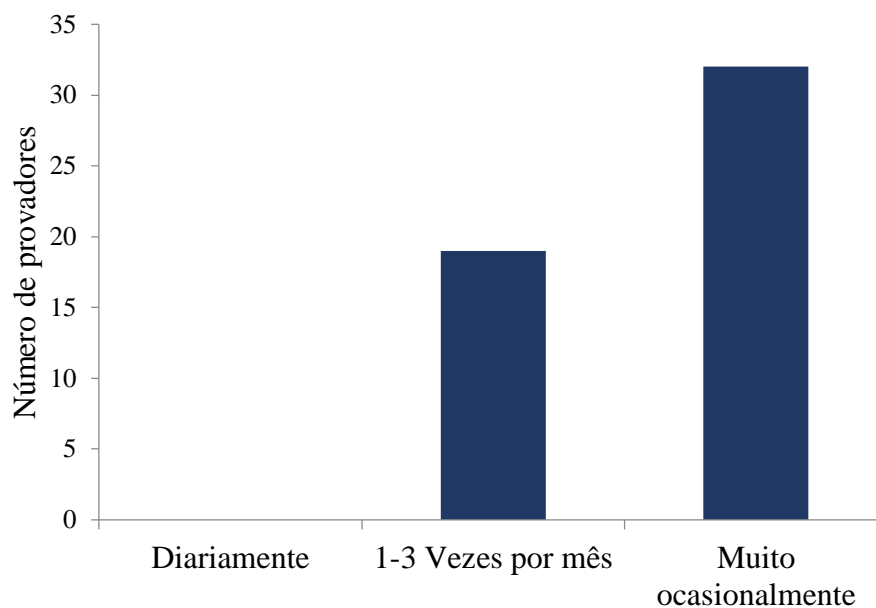


Figura 3.17 – Consumo de chantili.

Sobre a forma de consumo de chantili, a maior parte dos participantes considerou que a melhor forma seria como acompanhamento de frutas.

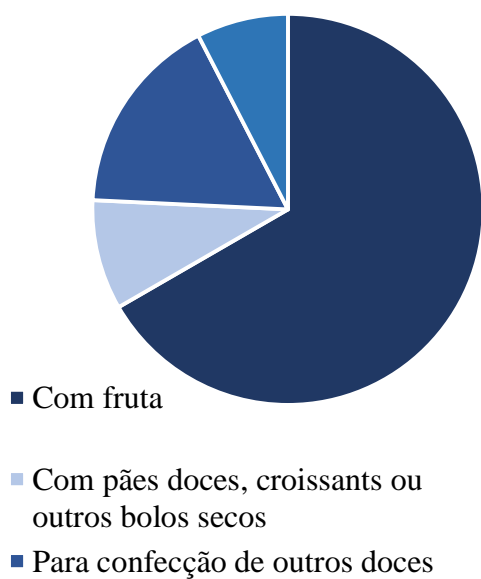


Figura 3.18 – Forma de consumo de chantili.

Eles preferiram a compra de chantili pronto a consumir, em vez das natas (aromatizadas ou não) não-batidas; 19,7 % desses consumidores disseram ser indiferente quanto à forma de compra.

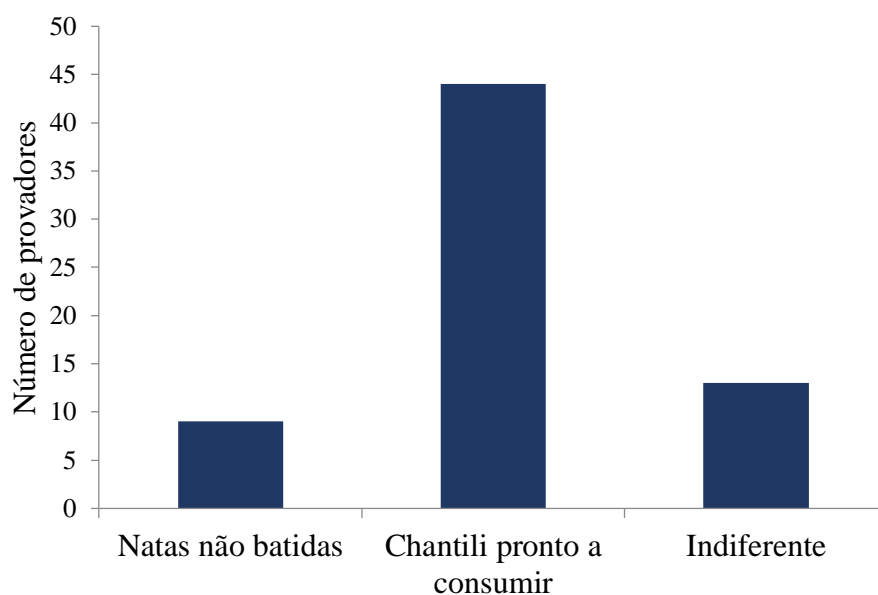


Figura 3.19 – Frequência quanto à preferência na forma de compra de chantili.

A maioria dos consumidores preferiu embalagens de 250 ml de chantili. Por se tratar de um produto consumido ocasionalmente, poder-se-ia supor a preferência por embalagens mais pequenas. A explicação poderá estar no facto de este produto muitas vezes ser utilizado em dias particulares, festivos, em geral com várias pessoas e, nestes casos, as embalagens maiores serem mais convenientes. 46,1 % optaria por embalagens de unidose e apenas 3,1 % compraria chantili em embalagens superiores a 250 ml.

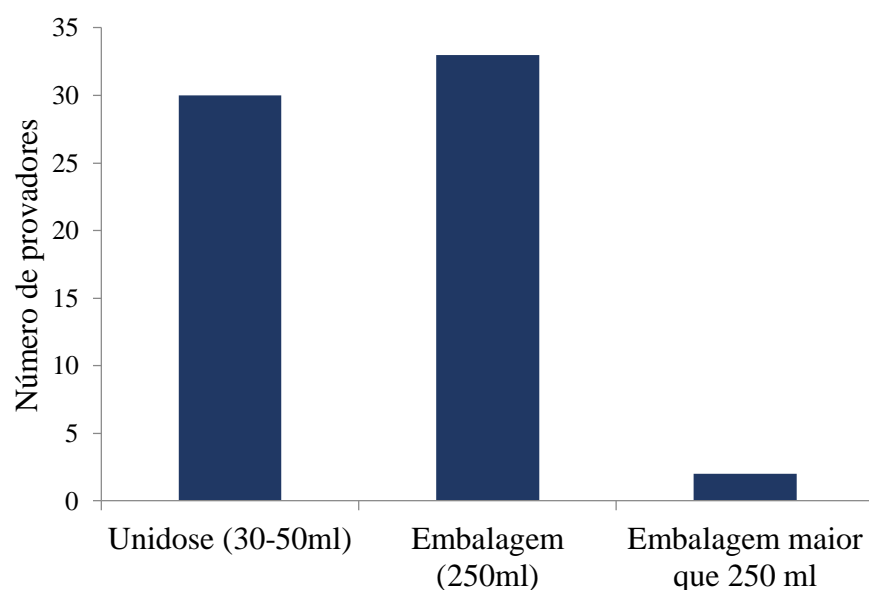


Figura 3.20 – Frequência do tamanho de embalagem preferido para a comercialização de chantili aromatizado.

À semelhança do que se verificou na manteiga, mais de 50 % dos consumidores seleccionou os hipermercados como o melhor ponto de venda deste produto. Apenas um consumidor considerou outro ponto de venda, como cafetarias.

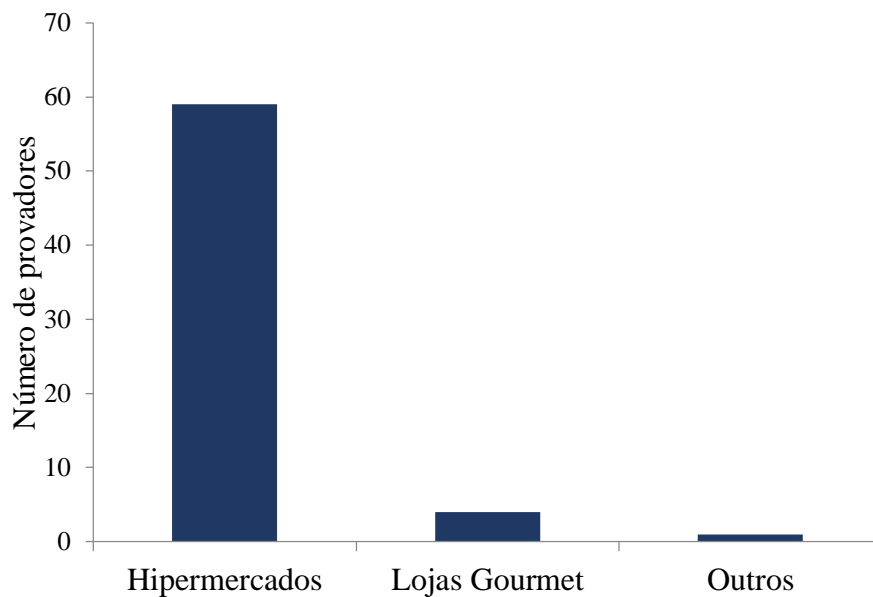


Figura 3.21 – Frequência absoluta dos possíveis pontos de venda para a comercialização de chantili aromatizado.

Quanto ao valor a pagar, observou-se que os consumidores estão dispostos a pagar um prémio pelo chantili aromatizado, em relação ao chantili tradicional. Para este foi estabelecido o preço de referência 10, tendo-se obtido um valor médio de 11,42 para as versões aromatizadas, prémio inferior ao da manteiga.



Figura 3.22 – Preço relativo de chantili aromatizado sugerido pelos consumidores.

3.2.3 Avaliação Sensorial

De acordo com a Figura 3.23, a avaliação média hedônica das quatro amostras de chantili aromatizado apresenta diferenças consideráveis. As amostras com aromas de baunilha, café e limão apresentam uma avaliação média positiva, enquanto as amostras com aroma de morango apresentam uma avaliação hedônica negativa, com um valor médio inferior a 3,5.

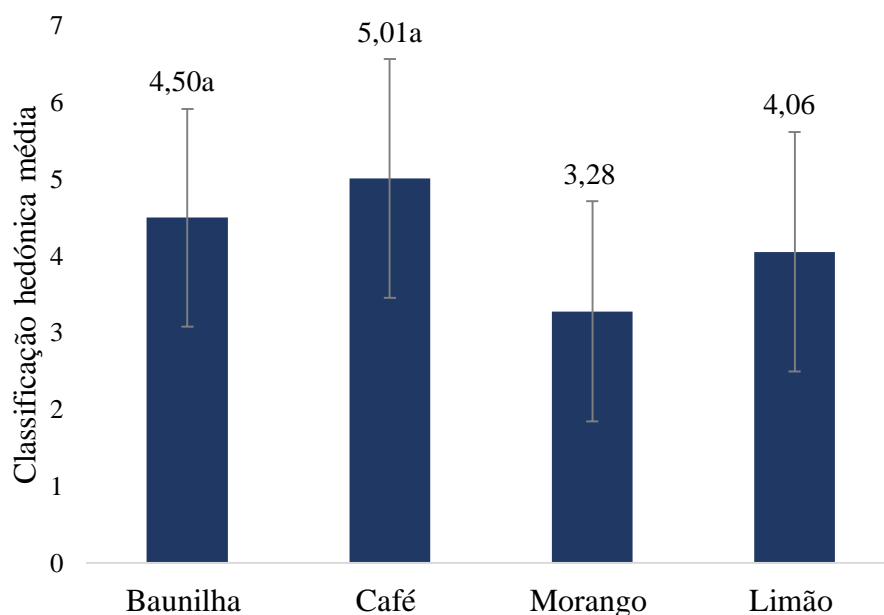


Figura 3.23 – Avaliação hedônica média atribuída a cada um dos tipos de chantili aromatizado e respetivo desvio padrão. Médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes.

Relativamente à análise de variância, conclui-se que as amostras de chantili aromatizado avaliadas são significativamente diferentes, pois obteve-se um valor de p de $1,41 \times 10^{-10}$, inferior a 0,05 (ver anexo 4). A apreciação hedônica das amostras de café e baunilha foi igual entre si, a das amostras de baunilha e limão foi igual entre si e a apreciação das amostras de morango diferiu das anteriores.

Relativamente à avaliação da adequação da intensidade dos aromas, constatou-se que nas amostras de café e baunilha, mais de 50 % dos consumidores considerou que se encontrava adequada. Nas amostras com aroma de limão 46 % dos consumidores considerou que a intensidade estava adequada. Apenas 22 % dos consumidores considerou que a intensidade nas amostras de morango se encontrava adequada.

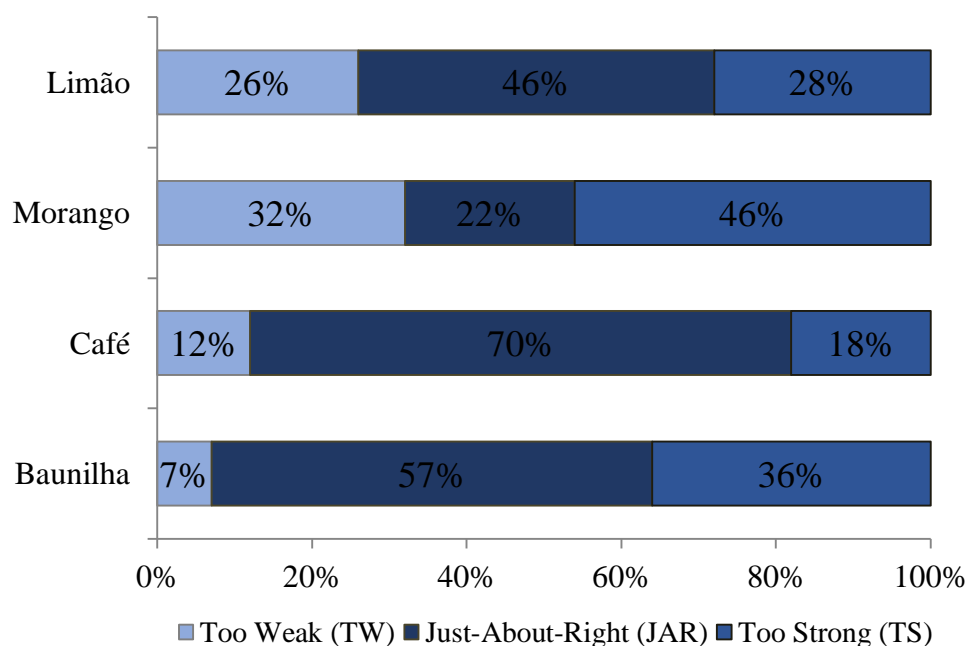


Figura 3.24 – Classificação da intensidade do aroma em “Too Weak”, “Just-about-Right” e “Too Strong”, em percentagem de consumidor.

O facto de determinados consumidores considerarem a intensidade demasiado fraca ou demasiado forte pode influenciar a sua avaliação hedónica, bem como a sua apreciação global do produto. Neste caso, a análise de penalidades permite conhecer o impacto dos desvios em relação à intensidade “just-about-right” na apreciação hedónica. Da Figura 3.25 conclui-se que a apreciação hedónica das amostras com os aromas de morango e limão foram as mais penalizadas pelos consumidores, por a considerarem que a intensidade do aroma estava demasiado fraca.

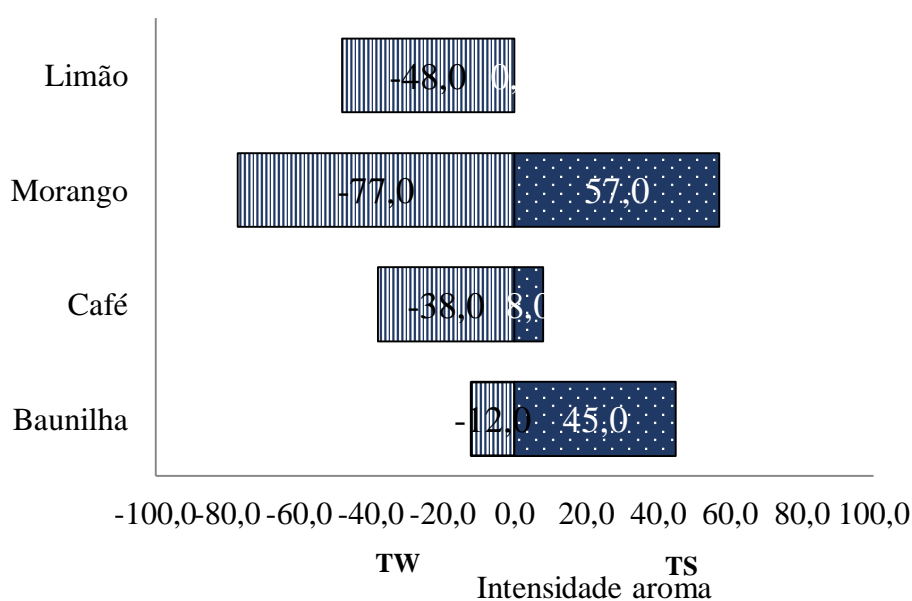


Figura 3.25 – Penalização da intensidade de cada aroma.

3.3 Reologia da manteiga

3.3.1 Varrimento de frequência

De acordo com a Figura 3.26, para todas as amostras o módulo elástico (G') da manteiga aumentou com a frequência, o que se assemelha ao descrito na seção 1.7.2 sobre as propriedades reológicas da manteiga. A manteiga original apresentou uma linha de tendência com um declive superior às amostras com aromas de caramelo e cereja, que apresentaram um declive semelhante entre si, ou seja, a amostra de manteiga tradicional foi a que apresentou um maior aumento do módulo elástico com a frequência.

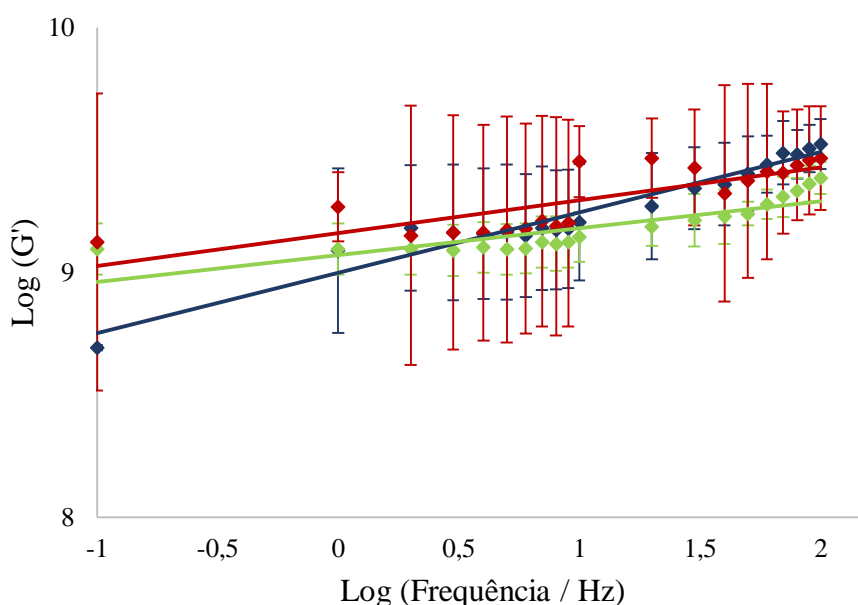


Figura 3.26 – Módulo elástico (G') da manteiga em varrimento de frequência entre 10 e 100 Hz, a 7 °C, com linhas de tendência e desvios padrão. ♦ Manteiga Normal ($Y = 2,2464x + 8,9968$); ♦ Manteiga com aroma de caramelo ($y = 0,1099x + 9,0687$); ♦ Manteiga com aroma de cereja ($0,1338x + 9,16$).

Relativamente ao módulo viscoso (G'') a Figura 3.27 mostra que também aumentou com a frequência. Neste caso, as linhas de tendência das três amostras têm declives muito semelhantes, evidenciando portanto um mesmo comportamento.

Buldo e Wiking (2012) estudaram as propriedades reológicas de misturas de manteiga através de testes oscilatórios. Eles concluíram que o módulo elástico foi superior ao módulo viscoso, à semelhança do verificado nos resultados apresentados. O comportamento elástico é uma característica de materiais sólidos, como a manteiga.

Portanto, não é de estranhar que, em testes reológicos, o comportamento elástico prevaleça sobre o comportamento viscoso.

De acordo com as Figuras 3.26 e 3.27, verifica-se que, com os parâmetros utilizados para os testes reológicos, G' apresentou valores na ordem de 10^9 Pa e G'' apresentou valores na ordem de 10^8 Pa.

Rohm e Weidinger (2013) investigaram as propriedades viscoelásticas da manteiga e os parâmetros que as podem influenciar. Neste estudo foi realizado um varrimento de frequência com um reômetro de placas paralelas, com uma deformação controlada de 0,1 %, à temperatura de 10 °C e verificaram-se resultados de G' com valores na ordem de 10^6 Pa. Por outro lado, Wright *et al.* (2001) realizou uma revisão de técnicas utilizadas para a caracterização reológica de gordura do leite. Foi realizado um varrimento de frequência nessa matriz, com uma deformação controlada de 0,8 %, tendo sido observados valores de G' na ordem dos 10^7 Pa e para G'' de 10^6 Pa. Estes valores são significativamente diferentes dos encontrados neste trabalho. No entanto, tendo em conta que a natureza das amostras utilizadas não é a mesma, assim como os equipamentos e parâmetros são distintos, é compreensível que se verifiquem estas diferenças. Todavia, as linhas de tendência das variações são similares, bem como a diferença entre G' e G'' .

Foi aplicado o teste de análise de confiabilidade com base no valor de alfa de Cronbach. Para o módulo elástico, ao longo do varrimento de frequência, foi obtido um valor de alfa de 0,885. Para o módulo viscoso, o valor de alfa foi 0,971.

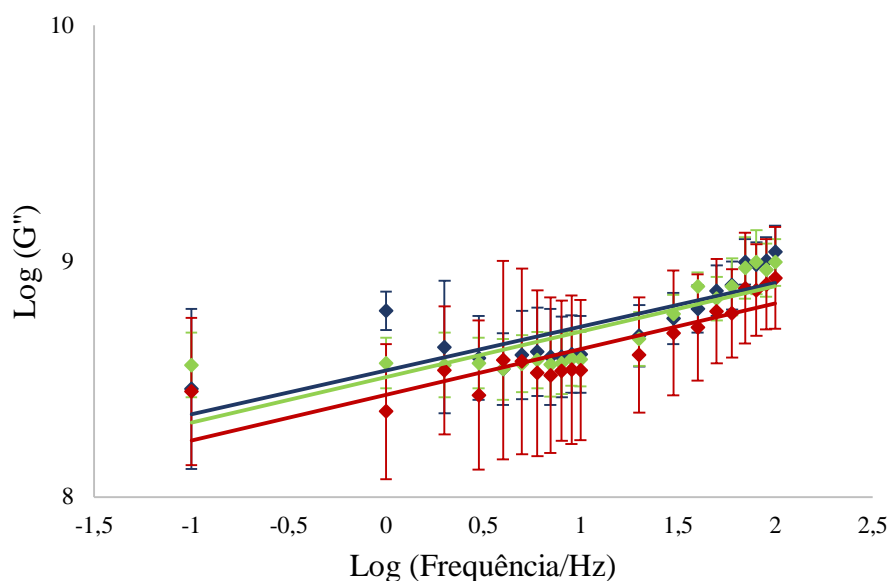


Figura 3.27 – Módulo Viscoso (G'') da manteiga durante um varrimento de frequência entre 10-100 Hz, a 7 °C, com linha de tendência e desvios-padrão. ♦ Manteiga normal ($Y = 0,186x + 8,5369$); ♦ Manteiga com aroma de caramelo ($y = 0,1927x + 8,5083$); ♦ Manteiga com aroma de cereja ($0,1943x + 8,4332$).

3.3.2 Varrimento de temperatura

Relativamente à elasticidade do material (Figura 3.28), verificou-se uma diminuição com o aumento da temperatura, sendo a manteiga não aromatizada a que apresentou valores do módulo elástico ligeiramente superiores. No módulo viscoso também se verificou o mesmo (Figura 3.29).

No que respeita ao comportamento do módulo elástico (Figura 3.28), verificou-se uma diminuição até 29 °C e, em torno deste valor, registou-se uma quebra notória. A elasticidade é uma característica específica de materiais sólidos. Assim, à medida que a temperatura aumentou, a manteiga foi-se tornando líquida, perdendo elasticidade. A diminuição acentuada continuou até aos 39 °C. Depois verificou-se um aumento do módulo até aos 41 °C, mas que pode não ter significado real, pois as amostras já estavam muito liquefeitas (ver abaixo). As quebras verificadas ao longo das rampas correspondem aos pontos de fusão da manteiga.

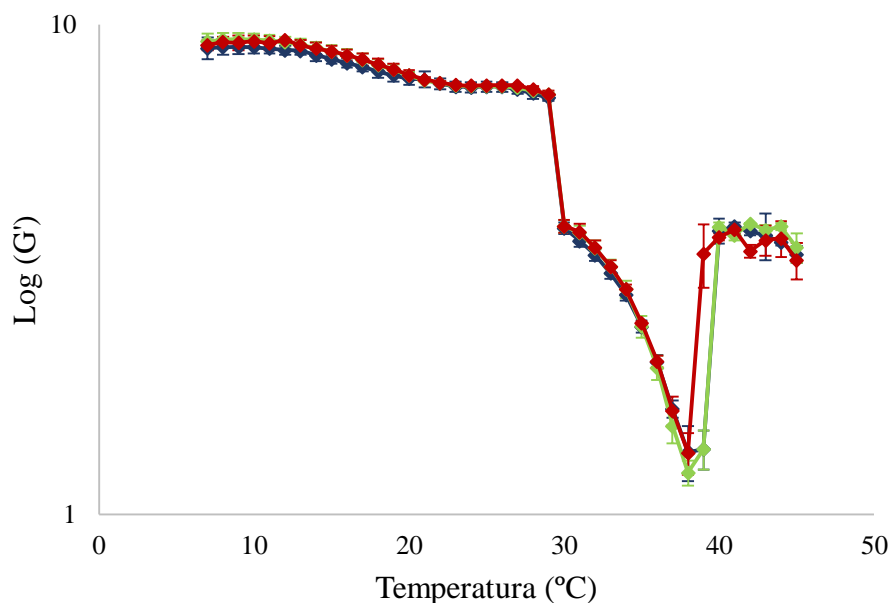


Figura 3.28 – Módulo elástico (G') da manteiga durante um varrimento de temperatura de 7 a 45 °C e desvio padrão. ◆ Manteiga normal; ◆ Manteiga com aroma de caramelo; ◆ Manteiga com aroma de cereja.

Quanto ao módulo viscoso (Figura 3.29), observou-se uma diminuição ligeira até aos 23 °C. Neste ponto observou-se uma quebra, à semelhança do que foi registado no módulo elástico, que se estendeu até aos 37 °C. Este comportamento é perfeitamente expectável, pois a viscosidade e, conseqüentemente, o módulo viscoso, deverão diminuir com a temperatura. O aumento entre 27 e 38 °C não deverá ter significado real.

No teste de análise de confiabilidade, aplicado aos valores dos módulos elástico e viscoso sob variação da temperatura, foram obtidos valores de alfa de Cronbach de 0.998 e 0.999, respetivamente.

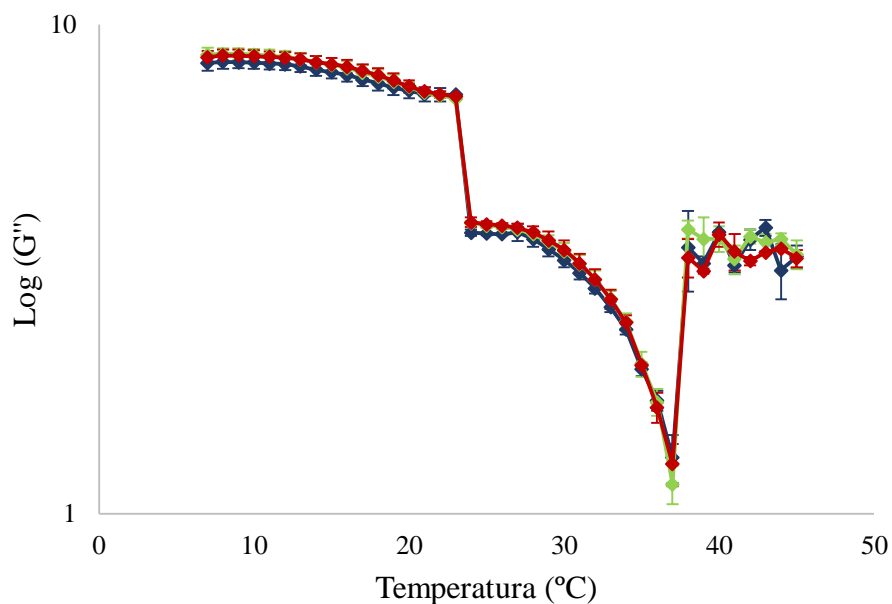


Figura 3.29 – Módulo Viscoso (G'') da manteiga durante um varrimento de temperatura de 7 a 45 °C e desvio padrão. ◆ Manteiga normal; ◆ Manteiga com aroma de caramelo; ◆ Manteiga com aroma de cereja.

3.4 Reologia do chantili

3.4.1 Varrimento de frequência

À semelhança do que foi verificado nos testes reológicos da manteiga, nos chantilis o módulo elástico (Figura 3.30) também aumentou com a frequência. Neste caso, a amostra com aroma de cereja foi a que apresentou uma linha de tendência com maior declive. As amostras de chantili normal e com aroma de baunilha apresentaram um comportamento muito semelhante.

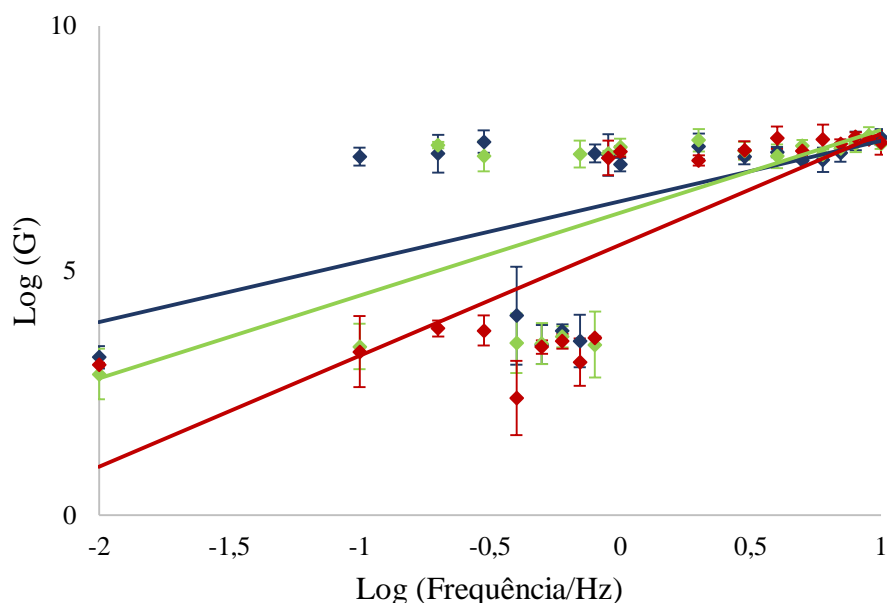


Figura 3.30 - Módulo elástico (G') do chantili durante um varrimento de frequência entre 0,01 e 10 Hz, a 15 °C, com linhas de tendência e desvio padrão. ♦ Chantili normal ($Y= 1,2359x + 6,4167$); ◆ Chantili com aroma de baunilha ($Y=1,6898x + 6,1797$); ♦ Chantili com aroma de cereja ($Y=2,2653x + 5,5264$).

O módulo viscoso dos chantilis (Figura 3.31) também aumentou com a frequência, tendo as diferentes amostras apresentado um comportamento muito semelhante entre si. Ao contrário do que foi verificado no módulo elástico, aqui foi a amostra de baunilha que apresentou maior aumento do módulo elástico com a frequência, traduzido por um declive superior da linha de tendência.

De acordo com o descrito da secção 1.7.3, Jakubczyk e Niranjana (2006), estudaram as propriedades reológicas de chantili, concluindo que para baixas frequências (gama também aqui estudada) não se verificaram grandes diferenças entre os dois módulos, elástico e viscoso. O mesmo se conclui nestes resultados. Por outro lado, estes autores reportam que, em frequências acima de 3 Hz, o módulo elástico é superior ao módulo viscoso e que este último aumenta com a frequência, à semelhança do que se verifica nos resultados apresentados.

Naquele mesmo estudo, foram realizados varrimentos de frequência a amostras de natas já na forma de chantili, com um reómetro de placas paralelas, com uma tensão controlada de 1,95 Pa e a uma temperatura de 20 °C. Aqui verificaram-se valores de G' e G'' num intervalo da ordem 10^2 - 10^3 Pa, resultados semelhantes aos apresentados neste trabalho.

Do teste de análise de confiabilidade aplicado, obtiveram-se valores de alfa de 0,872 para o módulo elástico e 0,901 para o módulo viscoso, resultantes do varrimento de frequência.

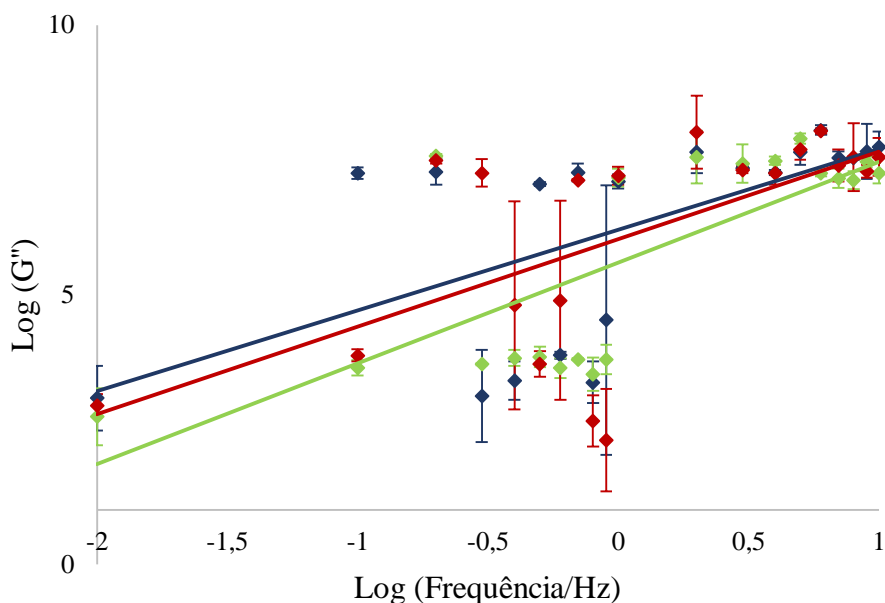


Figura 3.31 - Módulo viscoso (G'') do chantili durante um varrimento de frequência entre 0,01 e 10Hz, a 15 °C, com linha de tendência e desvio padrão. ◆ Chantili normal ($Y = 1,4971x + 6,201$); ◆ Chantili com aroma de baunilha ($Y = 1,8693x + 5,5876$); ◆ Chantili com aroma de cereja ($Y = 1,6222x + 6,0256$).

3.4.2 Varrimento de temperatura

Nas amostras de chantili, as rampas de temperatura (Figuras 3.32 e 3.33) realizadas foram entre 9 e 45 °C, tendo-se verificado o mesmo comportamento que em manteiga, pois também no chantili a temperaturas de refrigeração parte da gordura está solidificada.

De notar que as três amostras evidenciam temperaturas de início da quebra no valor de G' ligeiramente diferentes. No chantili normal esta quebra verificou-se a 23 °C, na amostra com aroma de cereja a 25 °C e na amostra baunilha a 26 °C. A quebra alonga-se até aos 38 °C. Em seguida, observou-se um aumento até aos 39 °C ponto a partir do qual se verificou um patamar do módulo elástico, até à temperatura final de 45 °C. Conforme referido para a manteiga, o aumento final no módulo provavelmente não tem significado físico (ver abaixo).

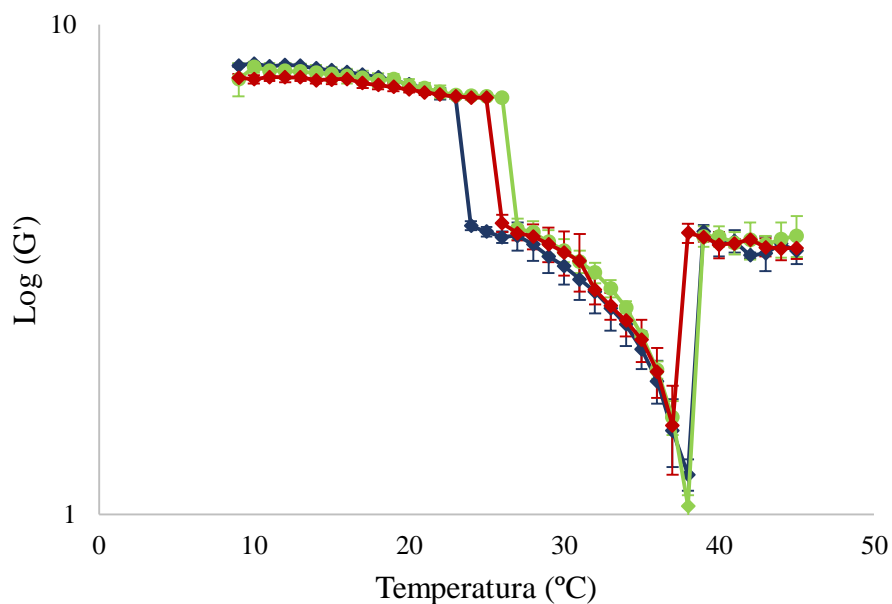


Figura 3.32 – Módulo elástico (G') dos chantilis durante um varrimento de temperatura de 9 a 45 °C e desvios padrão. ◆ Chantili normal; ◆ Chantili com aroma de baunilha; ◆ Chantili com aroma de cereja.

No que diz respeito ao módulo viscoso (Figura 3.33), verificou-se uma diminuição ligeira inicial até aos 20 °C. A esta temperatura registou-se uma quebra acentuada até aos 37 °C, para as amostras com aroma de baunilha e cereja, e até 38 °C no chantili normal. O comportamento posterior foi semelhante aos casos anteriores.

A partir do teste de análise de confiabilidade, observaram-se valores de alfa de 0,978 para o módulo elástico e 0,994 para o módulo viscoso, resultantes da rampa de temperatura.

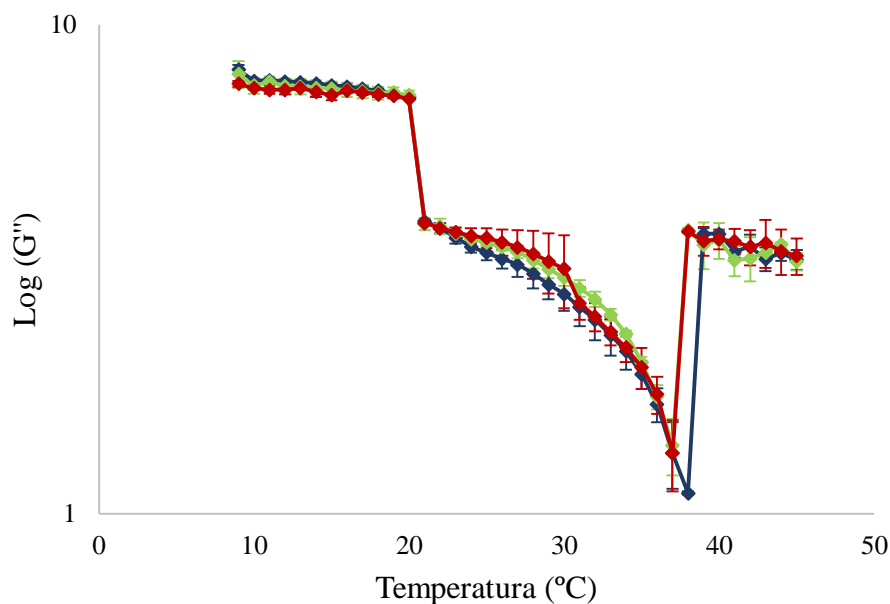


Figura 3.33 - Módulo viscoso (G'') dos chantilis durante uma rampa de temperatura de 9 a 45 °C e desvios padrão. ◆ Chantili normal; ◆ Chantili com aroma de baunilha; ◆ Chantili com aroma de cereja.

Em qualquer das rampas de temperatura, quer de manteiga, quer de chantili não era de esperar um aumento do módulo após a quebra. A explicação disto passará pelo facto de a manteiga e o chantili já se encontrarem essencialmente líquidos no final da quebra e o equipamento utilizado, mais concretamente, a sonda das amostras ser específico para materiais sólidos. Seria necessário estudar/confirmar este comportamento com uma outra sonda apropriada para materiais líquidos, ou com outro equipamento específico para líquidos. Tendo em conta estes resultados, podemos considerar que a interpretação dos dados acima de 37 °C não tem significado.

Quer nos resultados reológicos da manteiga, quer do chantili, verificou-se que a quebra se inicia sempre a uma temperatura inferior no G'' em comparação com o correspondente varrimento em G' . Poder-se-ia esperar que ambas as quebras ocorressem à mesma temperatura. Este é um resultado interessante, que foi consistente, não sendo conhecida referência anterior a tal e difícil de explicar, merecendo análise específica futura.

Em particular nos varrimentos de frequência em chantili, verificaram-se desvios-padrão consideravelmente grandes, com dispersão elevada nos pontos, o que poderá ser resultado do chantili ter uma matriz estrutural muito heterogénea, com três fases distintas. A manteiga, apesar de heterogénea, é-o em menor grau. Os dois produtos têm uma microestrutura composta por gordura sólida e líquida, fase aquosa e bolhas de ar, mas esta

última está presente numa quantidade muito pequena na manteiga. Os próprios processos de fabrico contribuem também para que chantili apresente uma heterogeneidade maior. Outra possível causa poderá estar ligada ao varrimento de frequência de chantili ter sido feito com tensão controlada, enquanto todos os outros ensaios reológicos (em manteiga e chantili) terem sido a deformação controlada, tal como realizado por Jakubczyk e Niranjan (2006).

Quanto aos valores de alfa de Cronbach obtidos através da análise dos dados utilizados para a representação do comportamento reológico da manteiga e do chantili, estes foram todos superiores a 0,7. Valores de alfa superiores a este, evidenciam a existência de uma boa consistência interna entre os dados. Pode assim afirmar-se que em todos os testes de varrimento de frequência e rampas de temperatura, as amostras apresentaram um comportamento semelhante, concluindo-se que estas não são significativamente diferentes entre si.

3.5 Distribuição dos aromas pelas fases aquosa e gordura

A Figura 3.34, sugere que ambos os aromas de café e de cereja se concentram primordialmente na fase aquosa da manteiga, que é a fase inferior após centrifugação.

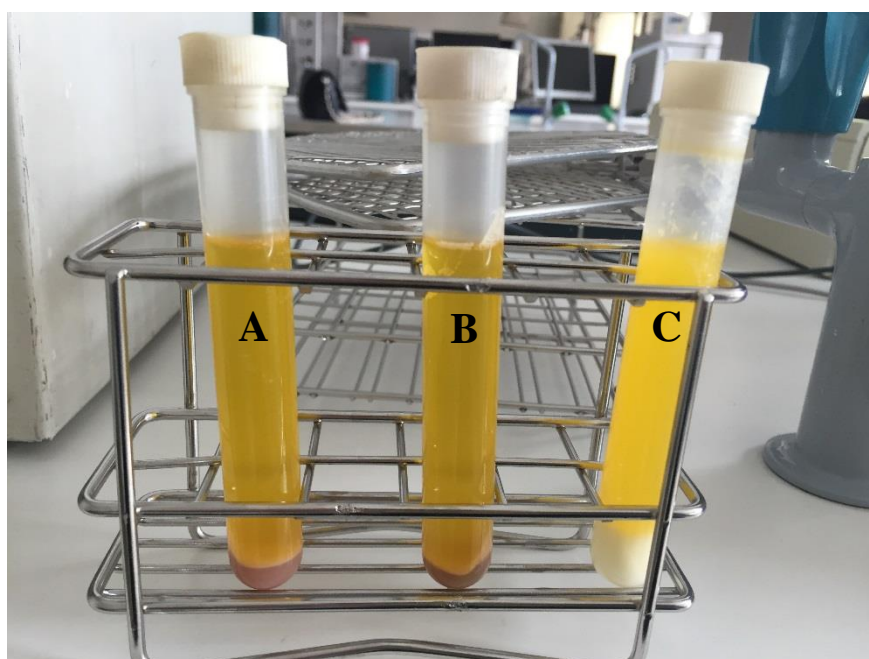


Figura 3.34 – Amostras de manteiga após derretimento destas a 30 °C. A – Manteiga com aroma de cereja; B – Manteiga com aroma de café; C – Manteiga normal.

4. Conclusão

O principal objetivo deste projeto foi desenvolver produtos inovadores através da incorporação de aromas naturais “doces” em manteiga e chantili. Pesquisa Web permite encontrar, a nível mundial, um número muito limitado de manteigas com rótulo comercial deste tipo. Chantili aromatizado é mais comum, mas na forma de preparado em recipiente pressurizado.

Foi estudado o melhor procedimento de incorporação dos aromas, particularmente em manteiga, e realizadas provas de análise sensorial de manteiga e de chantili aromatizados. As incorporações necessárias foram muito superiores às recomendadas para muitas outras matrizes, isto porque as natas e a manteiga têm um sabor natural intenso. De acordo com as provas de análise sensorial, conclui-se que as manteigas aromatizadas foram bastante apreciadas pelos consumidores, com resultados comparáveis para todos os aromas testados. No que respeita ao chantili, a amostra com aroma de morango apresentou uma avaliação hedónica negativa, não sendo apreciada pelos consumidores.

Dos resultados dos testes reológicos e da análise de confiabilidade dos dados, depreende-se que não deverão existir diferenças estruturais significativas entre as amostras com aroma e sem aroma, quer na manteiga, quer no chantili. Na experiência realizada sobre a distribuição dos aromas pelas fases aquosa e de gordura, constata-se que, quer um aroma em base de água / álcool etílico, quer em base de propilenoglicol, se localiza preferencialmente na fase aquosa da manteiga e, por maioria de razão, do chantili. Claramente, isto não exclui a possibilidade de alguns compostos dos aromas passarem para a fase oleosa, mas para verificar tal seriam necessários testes analíticos suplementares.

Em suma, este trabalho indica que manteigas aromatizadas em tamanho unitário poderão ter algum sucesso no mercado. Para além do segmento casa, esse produto poderá ser particularmente interessante no sector Horeca, sobretudo se atendermos à expansão do alojamento turístico verificado no país nos últimos anos. Em relação ao chantili, atendendo ao menor consumo, à preferência pela forma batida, pronta, e ao menor tempo de prateleira deste produto, afigura-se que a sua venda se debruçaria para o sector doméstico, através de um pequeno número de lojas Gourmet. Contudo, seria interessante analisar a possível aceitação dos chantilis aromatizados também para o sector Horeca, aplicado em bebidas com café ou em crepes, por exemplo. Outra possível extensão deste trabalho seria a realização de estudos semelhantes em manteigas e margarinas magras.

Tendo em conta que estas apresentam um sabor muito menos intenso que os produtos tradicionais, prevê-se que a incorporação de aromas naquelas matrizes poderá trazer uma mais-valia ainda mais significativa.

5. Anexos

Anexo 1 – Questionário de análise sensorial de manteiga aromatizada

Questionário Análise Sensorial de Manteiga Aromatizada

No âmbito de um projeto de inovação estão em desenvolvimento variantes de manteiga aromatizada com aromas naturais.

Assim, é-lhe pedido que prove manteiga tradicional e outras aromatizadas e que preencha o questionário abaixo. Prove cada uma das amostras com ou sem tosta, deixando derreter a manteiga na boca.

O inquérito é anónimo.

Agradecemos antecipadamente a sua colaboração, pois as suas respostas são fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa.

(Assinale com um X)

Q1 – Dispõe de uma amostra de manteiga tradicional e de várias outras de manteiga aromatizada, para que seja possível fazer comparação entre os produtos. Prove e avalie o quanto gostou de cada amostra aromatizada.

Aroma _____

	1	2	3	4	5	6	7
1- "Desgosto extremamente" : 7- "Gosto Extremamente"	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A intensidade de aroma está ao seu gosto?

- ☐ Sim
- ☐ Gostaria mais intenso
- ☐ Gostaria menos intenso

Aroma _____

	1	2	3	4	5	6	7
1- "Desgosto extremamente" : 7- "Gosto Extremamente"	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A intensidade de aroma está ao seu gosto?

- ☐ Sim
- ☐ Gostaria mais intenso
- ☐ Gostaria menos intenso

Aroma _____

	1	2	3	4	5	6	7
1- "Desgosto extremamente" : 7- "Gosto Extremamente"	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A intensidade de aroma está ao seu gosto?

- ☐ Sim
- ☐ Gostaria mais intenso
- ☐ Gostaria menos intenso

Aroma _____

	1	2	3	4	5	6	7
1- "Desgosto extremamente" : 7- "Gosto Extremamente"	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A intensidade de aroma está ao seu gosto?

- ☐ Sim
- ☐ Gostaria mais intenso
- ☐ Gostaria menos intenso

Q2 - Consome normalmente manteiga?

- ☐ Sim
- ☐ Não, mas gosto.
- ☐ Não, porque não gosto.

Q3 – Se sim, com que frequência consome manteiga?

- ☐ Diariamente
- ☐ 1-3 vezes por semana
- ☐ Ocasionalmente

Supondo que este produto está no mercado:

Q4. Como consumiria estas manteigas?

- ☐ Com pão/torradas/tostas
- ☐ Com pães doces ou croissants
- ☐ Para confeitaria de doces
- ☐ Outros. Exemplo: _____

Q5. Qual o tamanho de embalagens que gostaria de eventualmente comprar de manteiga aromatizada?

- ☐ Unidose (10-20 g)
- ☐ Embalagem 125 g
- ☐ Embalagem 250 g

Q6. Em que locais gostaria de encontrar à venda este produto?

- ☐ Hipermercados
- ☐ Lojas gourmet
- ☐ Outro. Exemplo: _____

Q7. Considerando um preço hipotético de 10 para manteiga simples, qual o preço máximo que estaria disposto a pagar por quantidade igual de manteiga aromatizada?

Q8 - Sexo:

- ☐ Feminino
- ☐ Masculino

Q9 - Faixa etária:

- ☐ Menos de 25 anos
- ☐ De 26 a 50 anos
- ☐ Mais de 50 anos

Q10 - Habilitações Literárias:

- ☐ Ensino Básico
- ☐ Ensino Secundário
- ☐ Licenciatura
- ☐ Pós-Graduação

Comentários finais/Sugestões adicionais sobre este produto:

Anexo 2 – Questionário de análise sensorial de chantili aromatizado

Questionário Análise Sensorial de Chantili Aromatizado

No âmbito de um projeto de inovação, estão em desenvolvimento variantes de chantili aromatizado com aromas naturais.

Assim, é-lhe pedido que prove quatro amostras de chantili aromatizado e que preencha o questionário abaixo. Os chantilis apenas levaram estes aromas, não tendo portanto açúcar ou outros adoçantes. Dispõe também de uma amostra de chantili de base, não aromatizado, para comparação.

O inquérito é anónimo.

Agradecemos antecipadamente a sua colaboração, pois as suas respostas são fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

(Assinale com um X)

Q1. Prove e avalie cada amostra aromatizada.

Aroma _____

	1	2	3	4	5	6	7
1- "Desgosto extremamente" :	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7- "Gosto Extremamente"							

A intensidade de aroma está ao seu gosto?

- ☐ Sim
- ☐ Gostaria mais intenso
- ☐ Gostaria menos intenso

Aroma _____

	1	2	3	4	5	6	7
1- "Desgosto extremamente" :	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7- "Gosto Extremamente"							

A intensidade de aroma está ao seu gosto?

- ☐ Sim
- ☐ Gostaria mais intenso
- ☐ Gostaria menos intenso

Aroma _____

	1	2	3	4	5	6	7
1-"Desgosto extremamente" : 7-"Gosto Extremamente"	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A intensidade de aroma está ao seu gosto?

- ☐ Sim
- ☐ Gostaria mais intenso
- ☐ Gostaria menos intenso

Aroma _____

	1	2	3	4	5	6	7
1-"Desgosto extremamente" : 7-"Gosto Extremamente"	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A intensidade de aroma está ao seu gosto?

- ☐ Sim
- ☐ Gostaria mais intenso
- ☐ Gostaria menos intenso

Q2. - Consome normalmente chantili?

- ☐ Sim.
- ☐ Não, mas gosto.
- ☐ Não, porque não gosto.

Q3. - Se sim, com que frequência consome?

- ☐ 1-3 vezes por semana
- ☐ 1-3 vezes por mês
- ☐ Muito ocasionalmente

Supondo que este produto está no mercado:

Q4. Como consumiria este chantili?

- ☐ Com fruta
- ☐ Com pães doces, croissants ou outros bolos secos.
- ☐ Para confeitaria de outros doces.
- ☐ Outras aplicações. Enumere: _____

Q5. Preferia adquirir as natas aromatizadas não batidas, ou já na forma de chantili?

- ☐ Natas não batidas
- ☐ Chantili pronto a consumir
- ☐ Indiferente

Q6. Qual o tamanho de embalagens de chantili aromatizado que eventualmente gostaria de comprar?

- ☐ Unidose (30-50 ml)
- ☐ Embalagem 250 ml
- ☐ Embalagem maior que 250 ml

Q7. Em que locais gostaria de encontrar à venda este produto?

- ☐ Hipermercados
- ☐ Lojas gourmet
- ☐ Outro. Exemplo: _____

Q8. Considerando um preço hipotético de 10 para o chantili de base, qual o preço máximo que estaria disposto a pagar por quantidade igual de chantili aromatizado?

Q9. - Sexo:

- ☐ Feminino
- ☐ Masculino

Q10. - Faixa etária:

- ☐ Menos de 25 anos
- ☐ De 26 a 50 anos
- ☐ Mais de 50 anos

Q11. - Habilitações Literárias:

- ☐ Ensino Básico
- ☐ Ensino Secundário
- ☐ Licenciatura
- ☐ Pós-Graduação

Comentários finais/sugestões adicionais sobre este produto:

Anexo 3 - Análise de variância entre quatro amostras de manteiga aromatizada.

ANOVA

Fonte de variação	SS	df	MS	F	Valor-P	F crítico
Linhas	309,03	66	4,682	2,043	8,17E-05	1,372
Colunas	8,62	3	2,873	1,253	0,291	2,650
Erro	453,76	198	2,291			
Total	771,41	267				

Anexo 4 - Análise de variância entre as quatro amostras de chantili aromatizado.

ANOVA

Fonte de variação	SS	df	MS	F	Valor-P	F crítico
Linhas	216,564	67	3,232	1,753	0,0031	1,403
Colunas	99,569	2	49,784	26,998	1,41E-10	3,064
Erro	247,098	134	1,844			
Total	563,230	203				

6. Bibliografia

Agronegócios. 2016. “Leite: Distribuição desafiada a adaptarem-se às novas tendências de consumo.” Disponível: <http://www.agronegocios.eu/noticias/leite-distribuicao-desafia-produtores-a-adaptarem-se-as-novas-tendencias-de-consumo/>. [Data de consulta: 5/4/2016].

Ares, G., Dauber, C., Fernández, E., Giménez, A., Varela, P. 2014. Penalty analysis based on CATA questions to identify drivers of liking and directions for product reformulation. *Food Quality and Preference* **32**: 65–76.

Barnes, H. A. 1999. The yield stress—a review or ‘panta rei’—everything flows?. *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics* **81**: 133–178.

Barnes, H.A., Hutton, J.F., Walters, K. F.R.S. 1993. An introduction to Rheology, 3ªEdição. Elsevier, Netherlands, pp. 201.

Bobe, G., Zimmerman, S., Hammond, E. G., Freeman, A. E., Porter, P. A., Luhman, C. M., Beitz, D. C. 2007. Butter composition and texture from cows with different milk fatty acid compositions fed fish oil or roasted soybeans. *Journal of Dairy Science*. **90**: 2596–2603.

Buldo, P., Wiking, L. 2012. The role of mixing temperature on microstructure and rheological properties of butter blends. *Journal of the American Oil Chemists’ Society*. **89**: 787–795.

Can, P. A. E., Palfreyman, K. R., Boston, G. D., MacGibbon, A. K. H. 2008. “Milk fat Products”. New Zealand Dairy Research Institute. Disponível em: <http://nzic.org.nz/ChemProcesses/dairy/3B.pdf> [Acesso em: 7/4/2015].

Chhabra R.P. 2010. Non-Newtonian Fluids: An Introduction. In: Rheology of complex fluids (Krishnan, J. M., Deshpande, A. P., Sunil Kumar, P. B.). Springer, New York. pp. 3-34.

Choi, S. 2013. Chapter 3: Sensory Evaluation. In Food Science: An Ecological Approach (Edelstein, S.). Jones and Bartlett Publisher, pp. 84 – 111.

Clark, S., Costello, M., Drake M., Bodyfelt F. 2007. The Sensory Evaluation of Dairy Foods. Springer, USA. pp 575.

DeMAN, J., Gupta, S., 1985. Viscoelastic Properties of Plastic Fat Products. Journal of the American Oil Chemists' Society **62**: 1672-1675.

Dinis, L. 2004. “Leis Constitutivas”. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Disponível: <https://web.fe.up.pt/~ldinis/capitulo4.pdf> [20/09/2016].

Dinis, L. 2004. “Viscoplasticidade”. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Disponível: <https://web.fe.up.pt/~ldinis/viscoplasticidade.pdf> [20/09/2016].

Dos Santos, T. 2012. Implementação e avaliação de modelos constitutivos viscoplásticos em pequenas e grandes deformações utilizando o mef. (Dissertação de mestrado). Universidade federal do rio grande do sul, Porto Alegre.

Drake, M. A. 2007. Sensory Analysis of Dairy Foods. *Journal of Dairy Science* **90**: 4925-4937.

Firme, P. 2013. Modelagem constitutiva e análise probabilística aplicadas a poços em zonas de sal (Dissertação de mestrado). Pontifícia Universidade Católica: Rio de Janeiro. Pp.28.

Fischer, P. 2015. Rheological properties of food. In: Handbook of Food Analysis (Nollet, L. M.L., Toldra, F.), 3ªEdition. CRC Press, NW. pp.21-38.

Fischer, P., Windhab, E. J. 2011. Rheology of food materials. *Current Opinion in Colloid & Interface Science* **16**: 36–40.

Fisher, C., Scott, T. R. 1997. Food Flavours: Biology and Chemistry. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK. pp.179.

Food Ingredients Brasil. 2015. Aromas. N°33: 30-53

Goff, H. D. 2015. “The Dairy Science and Technology eBook”. University of Guelph, Canada. Disponível: <https://www.uoguelph.ca/foodscience/book-page/dairy-science-and-technology-ebook> [26/11/2015].

Gonzalez-Gutierrez, J., Scanlon, M. 2012. Rheology and mechanical properties of fats. In: Structure function analysis of edible fats (Marangoni, A.G.), 1ª Edition, AOCS Press, USA. pp.127-172.

Gunnars, K. 2012. 7 Reasons why butter is healthy in moderation. Authority Nutrition. Disponível: <https://authoritynutrition.com/7-reasons-why-butter-is-good-for-you/>. Acesso em [2/12/2016].

Hoenselaar, R. 2012. Saturated fat and cardiovascular disease: The discrepancy between the scientific literature and dietary advice. *Nutrition* **28**: 118-123.

Hyun, K. , Wilhelm, M., Klein, C. O., Cho, K. S., Nam, J. G., , Ahn, K. H., Lee, S- J., Ewoldt, R. H., McKinley, G. H. 2011. A review of nonlinear oscillatory shear tests: Analysis and application of large amplitude oscillatory shear (LAOS). *Progress in Polymer Science* **36**: 1697-1753.

Ihara, K., Hirota, M. , Akitsu, T. , Urakawa, K., Abe, T. , Sumi, M., Okawa, T., Fujii, T. 2015. Effects of emulsifying components in the continuous phase of cream on the stability of fat globules and the physical properties of whipped cream. *Journal of Dairy Science* **98**: 2875–2883.

INCHEM. 2005. “Propylene glycol”. Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Disponível: http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecval/jec_2031.htm [20/09/2016].

Jakubczyk, E., Niranjana, K. 2006. Transient development of whipped cream properties. *Journal of Food Engineering* **77**: 79-83.

Kelly, P. 2015. “Material Models”. The University of Auckland. Disponível: http://homepages.engineering.auckland.ac.nz/~pkel015/SolidMechanicsBooks/Part_I/BookSM_Part_I/05_MaterialBehaviour/05_Material_Behaviour_03_Material_Models.pdf [20/09/2016].

Krause, A. J., Miracle, R. E., Sanders, T. H., Dean, L. L., Drake, M. A 2008. The effect of refrigerated and frozen storage on butter flavor and texture. *Journal of Dairy Science*. **91**: 455–465.

Lindon, D., Lendrevie, J., Lévy, J., Dionisio, P., Rodrigues, J. 2004. Mercator XXI – Teoria e Prática do Marketing. 10ª edição. Publicações Dom Quixote, pp.702.

Lottenberg, A. 2009. Importância da gordura alimentar na prevenção e no controle de distúrbios metabólicos e da doença cardiovascular. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia* **53**: 595-607.

Mahan, L. K., Escott-Stump, S. 2010. Krause – Alimentos, Nutrição e Dietoterapia. 12ª Edição. São Paulo, Brasil. Elsevier. pp.1358.

Markiewicz-kęszycka, M., Czyżak-Runowska, G., Lipińska, P., Wójtowski, J. 2013. Fatty acid profile of milk - A Review. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy* **57**: 135-139.

Maroco, J., Garcia-Marques, T. 2006. Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas. Instituto Superior e Psicologia Aplicada. *Laboratório de Psicologia* **4**: 65-90.

Martens, M. 1999. A philosophy for sensory science. *Food Quality and Preference* **10**: 233 – 244.

McGee, H. 2004. On food and cooking: The Science and Lore of the Kitchen. Scribner, Nova Iorque, pp. 898.

Meneses, C. 2015. Análise do comportamento mecânico de compósitos laminares considerando a viscoelasticidade (Dissertação de mestrado). Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília. Pp.197.

Morais, J. M. S. 2014. Mechanical Behavior of AA1050 at High Strain Rates. Instituto Superior Técnico de Lisboa, pp.47.

Murray, J.M., Delahunty, C.M., Baxter, I.A. 2001. Descriptive sensory analysis: past, present and future. *Food Research International* **34**: 461–471.

Nandini, V., Venkatesh, K. V., Nair, K. C. 2008. Alginate Impressions: A practical perspective. *Journal of Conservative Dentistry* **11**: 37-41.

Nascimento, C. R. 2007. Capítulo 25 – Ensaio em reômetro rotacional tipo cilindros coaxiais. Parte VII - Escoamento de fluídos. In: Tratamento de Minérios: Práticas Laboratoriais (Sampaio, J., Braga, P., França, S.). Centro de Tecnologia Mineral, Rio de Janeiro. Pp.425-447.

Nguyen, V., Duong, C. T. M., Vu, V. 2015. Effect of thermal treatment on physical properties and stability of whipping and whipped cream. *Journal of Food Engineering* **163**: 32-36.

Norton, I. T., Spyropoulos, F., Cox, P. 2011. Practical Food Rheology: An Interpretive Approach. Blackwell Publishing. UK. pp.278.

OCDE. 1997. Manual de Oslo – Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3ª Edição. OCDE/Eurostat. pp.184.

Özkaya, N., Nordin, M., Goldsheyder, D., Leger, D. 2012. Mechanical properties of biological tissues. In: Fundamentals of Biomechanics. Springer, New York, pp.221-236.

Pagès, J., Berthelo, S., Brossier, M., Gourret, D. 2014. Statistical penalty analysis. *Food Quality and Preference* **32**: 16–23.

Pestana, M., Gageiro J. N. 2005. Análise de dados para ciências sociais – A complementaridade do SPSS. 4ªEdição. Edições Silabo, Lisboa, pp.1240.

Piggott, J.R. 2000. Dynamism in flavour science and sensory methodology. *Food Research International*, **33**: 191-197.

Pinho, S. T. 2005. Mecânica não linear: Viscoelasticidade. pp.34. Disponível em: <https://web.fe.up.pt/~ldinis/viscoelasticidade.pdf>. Acesso em: [3/6/2016].

Plaehn, D. 2013. What's the real penalty in penalty analysis? *Food Quality and Preference* **28**: 456–469.

Potter, J. 2010. *Cooking for Geeks: Real Science, Great Hacks, and Good Food*. First Edition. Canada, pp.433.

Prescott, J.1999. Flavour as a psychological construct: implications for perceiving and measuring the sensory qualities of foods. *Food Quality and Preference* **10**: 349 – 356.

Regulamento (CE) n.º 1334 (2008). Relativo aos aromas e a determinados ingredientes alimentares com propriedades aromatizantes utilizados nos e sobre os géneros alimentícios. Parlamento europeu e o conselho da união europeia.

Rohm, H., Weidinger, K.H. 1993. Rheological behaviour of butter at small deformations. *Journal of texture studies* **24**: 157-172.

Rønholt, S., Mortensen, K., Knudsen, J. C. 2013. The effective factors on the structure of butter and other milk fat-based products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* **12**: 468-482.

Rønholt, S., Kirkensgaard, J. J. K., Pedersen, T. B., Mortensen, K., Knudsen, J. C. 2012. Polymorphism, microstructure and rheology of butter. Effects of cream heat treatment. *Food Chemistry* **135**: 1730–1739.

Ruttarattanamongkol, K., Afizah, M. N., Rizvi, S. S.H. 2015. Stability and rheological properties of corn oil and butter oil emulsions stabilized with texturized whey proteins by supercritical fluid extrusion. *Journal of Food Engineering* **166**: 139–147.

Sadiku-Agboola, O., Sadiku, E. R., Adegbola, A. T., Biotidara, O. F. 2011. Rheological Properties of Polymers: Structure and Morphology of Molten Polymer Blends. *Materials Sciences and Applications*, **2**: 30-41.

Santos, J. 2008. Análise de modelos reológicos viscoelásticos através de formulações mistas em elementos finitos (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil. pp.123.

Sawyer, S. 2009. Analysis of Variance: The Fundamental Concepts. *The Journal of Manual & Manipulative Therapy* **17**: 27-38.

Serralha, M. F., Gomes de Castro, A. 2003. A química e a reologia no processamento de alimentos. Instituto Piaget. pp.296.

Shukla, A., Rizvi, S. 1995. Viscoelastic Properties of Butter. *Journal of Food Science* **60**: 902-905.

Siri-Tarino, P., Sun, Q., Hu, F., Krauss, R. 2010. Meta-analysis of prospective cohort studies evaluating the association of saturated fat with cardiovascular disease. *The American Journal of Clinical Nutrition* **91**: 535-546.

Smith, A.K., Goff, H.D., Kakuda, Y. 2000. Microstructure and rheological properties of whipped cream as affected by heat treatment and addition of stabilizer. *International Dairy Journal* **10**: 295-301.

Spence, C., Youssef, J. 2015. Olfactory dining: designing for the dominant sense. *Spence and Youssef Flavour* **4**: 32.

Stanley, D. W., Goff, H. D., Smith A. K. 1996. Texture-structure relationships in foamed dairy emulsions. *Food Research International* **29**: 1-13.

Steffe, J. F. 1996. Rheological methods in food process engineering. Second edition. Freeman Press, USA. pp.428.

Sun, A., Gunasekaran, S. 2009. Yield stress in foods: measurements and applications. *International Journal of Food Properties* **12**: 70–101.

Tareco, M. 2014. Conceitos de viscoelasticidade na modelação de fluência em estruturas mistas aço-betão (Dissertação de mestrado). Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. pp.154

Teixeira, L. 2009. Análise sensorial na indústria de alimentos. *Revista do Instituto de laticínios Cândido Tostes* **64**: 12-21.

Vieira de Sá, F., Barbosa M. 1990. O Leite e os seus produtos. 5ªEdição. Clássica Editora, pp.520.

Walters, K. 2010. History of Rheology. In: Rheology (Gallegos, C.). EOLSS Publishers/UNESCO, United Kingdom. pp.15-30.

Winger, R., Wall, G. 2006. Food product innovation - A background paper. In: Agricultural and food engineering working document, FAO, Rome, pp.35.

Worch, T., Lê, S., Punter, P. 2010. How reliable are the consumers comparison of sensory profiles from consumers and experts. *Food Quality and Preference* **21**: 309-318.

Wright, A.J., Scanlon, M.G., Hartel, R.W., Marangoni, A.G. 2001. Rheological properties of milkfat and butter. *Journal of food science* **66**: 1056-1071.

Zenebon, O, Pascuet, N. S., Tiglea, P. 2008. Métodos físico-químicos para análise de alimentos, IV Edição. São Paulo, Brasil, pp.1000.